

17.11.2004

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 4 年   6 月   2 日  
Date of Application:

REC'D 09 DEC 2004

WIPO

出 願 番 号            特 願 2 0 0 4 - 1 6 4 8 3 1  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 4 - 1 6 4 8 3 1 ]

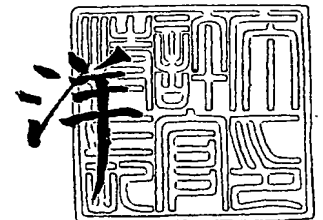
出   願   人            日 本 電 気 株 式 会 社  
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年   8 月 2 7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



出証番号   出証特 2 0 0 4 - 3 0 7 6 9 3 3

【書類名】 特許願  
【整理番号】 34002400  
【提出日】 平成16年 6月 2日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H04B 1/04  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号  
                        日本電気株式会社内  
    【氏名】 国弘 和明  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000004237  
    【氏名又は名称】 日本電気株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100097113  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 堀 城之  
【先の出願に基づく優先権主張】  
    【出願番号】 特願2003-383209  
    【出願日】 平成15年11月13日  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 044587  
    【納付金額】 16,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9708414

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

入力された複数の異なる周波数帯域を含む信号を増幅する第 1 の増幅手段と、  
前記増幅された複数の周波数帯域の信号のうち最も高い周波数帯域の信号とそれ以外の周波数帯域を含む信号とを分岐する複数の第 1 の分岐手段と、  
前記分岐された最も高い周波数帯域の信号を出力端子の負荷インピーダンスに変換する複数の第 1 のインピーダンス変換手段とを備え、  
前記周波数帯域の高さに応じた分岐と前記負荷インピーダンスへの変換とが、最も高い周波数帯域から最も低い周波数帯域に順に行われることを特徴とする高周波増幅器。

**【請求項 2】**

入力された複数の異なる周波数帯域を含む信号を増幅する第 2 の増幅手段と、  
前記増幅された複数の周波数帯域の信号のうち最も高い周波数帯域の信号とそれ以外の周波数帯域を含む信号とを分岐する複数の第 2 の分岐手段と、  
前記分岐された最も高い周波数帯域の信号を入力端子の信号源インピーダンスに変換する複数の第 2 のインピーダンス変換手段とを備え、  
前記周波数帯域の高さに応じた分岐と前記信号源インピーダンスへの変換とが、最も高い周波数帯域から最も低い周波数帯域に順に行われることを特徴とする請求項 1 に記載の高周波増幅器。

**【請求項 3】**

入力された複数の異なる周波数帯域を含む信号を増幅する第 2 の増幅手段と、  
前記増幅された複数の周波数帯域の信号のうち最も高い周波数帯域の信号とそれ以外の周波数帯域を含む信号とを分岐する複数の第 2 の分岐手段と、  
前記分岐された最も高い周波数帯域の信号を入力端子の信号源インピーダンスに変換する複数の第 2 のインピーダンス変換手段とを備え、  
前記周波数帯域の高さに応じた分岐と前記信号源インピーダンスへの変換とが、最も高い周波数帯域から最も低い周波数帯域に順に行われることを特徴とする高周波増幅器。

**【請求項 4】**

前記複数の異なる周波数帯域の数は、3 以上であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項に記載の高周波増幅器。

**【請求項 5】**

前記第 1 の増幅手段及び第 2 の増幅手段はカスケード接続され、前記第 1 の増幅手段と第 2 の増幅手段との間に、前記第 1 の分岐手段及び第 1 のインピーダンス変換手段が設けられていることを特徴とする請求項 2 又は請求項 4 に記載の高周波増幅器。

**【請求項 6】**

前記第 1 の増幅手段及び第 2 の増幅手段はカスケード接続され、前記第 1 の増幅手段と第 2 の増幅手段との間に、前記第 2 の分岐手段及び第 2 のインピーダンス変換手段が設けられていることを特徴とする請求項 2 又は請求項 4 に記載の高周波増幅器。

**【請求項 7】**

前記第 1 の分岐手段と出力端子との間に、少なくとも一つの補助増幅器が設けられていることを特徴とする請求項 1、請求項 2、請求項 4 乃至請求項 6 のいずれか一項に記載の高周波増幅器。

**【請求項 8】**

前記第 2 の分岐手段と入力端子との間に、少なくとも一つの補助増幅器が設けられていることを特徴とする請求項 2 乃至請求項 7 のいずれか一項に記載の高周波増幅器。

**【請求項 9】**

前記第 1 のインピーダンス変換手段は、少なくとも 2 つ以上の周波数帯域の信号に対して共通に高インピーダンスへの変換を行うことを特徴とする請求項 1、請求項 2、請求項 4 乃至請求項 8 のいずれか一項に記載の高周波増幅器。

**【請求項 10】**

前記第 2 のインピーダンス変換手段は、少なくとも 2 つ以上の周波数帯域の信号に対し

て共通に高インピーダンスへの変換を行うことを特徴とする請求項 2 乃至請求項 8 のいずれか一項に記載の高周波増幅器。

【請求項 11】

前記第 1 の分岐手段と出力端子との間に、補助インピーダンス変換回路が設けられていることを特徴とする請求項 1、請求項 2、請求項 4 乃至請求項 10 のいずれか一項に記載の高周波増幅器。

【請求項 12】

前記第 2 の分岐手段と入力端子との間に、補助インピーダンス変換回路が設けられていることを特徴とする請求項 2 乃至請求項 10 のいずれか一項に記載の高周波増幅器。

【請求項 13】

前記第 1 の分岐手段は、高域フィルタと低域フィルタとからなることを特徴とする請求項 1、請求項 2、請求項 4 乃至請求項 12 のいずれか一項に記載の高周波増幅器。

【請求項 14】

前記第 2 の分岐手段は、高域フィルタと低域フィルタとからなることを特徴とする請求項 2 乃至請求項 12 のいずれか一項に記載の高周波増幅器。

【請求項 15】

前記低域フィルタの少なくとも一つは、対となる高域フィルタで分岐した高い周波数帯域の信号に対して、選択的にインピーダンスを高くする構成とされていることを特徴とする請求項 13 又は請求項 14 に記載の高周波増幅器。

【請求項 16】

前記高域フィルタの少なくとも一つは、対となる低域フィルタで分岐した信号の中で最も高い周波数帯域の信号に対し選択的に接地する構成とされていることを特徴とする請求項 13 又は請求項 14 に記載の高周波増幅器。

【請求項 17】

前記第 1 の分岐手段は、電界効果トランジスタを用いたスイッチで構成されていることを特徴とする請求項 1、請求項 2、請求項 4 乃至請求項 12 のいずれか一項に記載の高周波増幅器。

【請求項 18】

前記第 2 の分岐手段は、電界効果トランジスタを用いたスイッチで構成されていることを特徴とする請求項 2 乃至請求項 12 のいずれか一項に記載の高周波増幅器。

【請求項 19】

前記第 1 の分岐手段は、PIN ダイオードを用いたスイッチで構成されていることを特徴とする請求項 1、請求項 2、請求項 4 乃至請求項 12 のいずれかに記載の高周波増幅器。

【請求項 20】

前記第 2 の分岐手段は、PIN ダイオードを用いたスイッチで構成されていることを特徴とする請求項 2 乃至請求項 12 のいずれか一項に記載の高周波増幅器。

【請求項 21】

前記周波数帯域に対応した出力端子とグランドの間にスイッチが設けられており、ある周波数帯域の信号が増幅され、出力端子から負荷側に伝達されているときは、それ以外の周波数帯域に対応する出力端子のうち少なくとも一つは、スイッチによって接地する接地手段を有することを特徴とする請求項 1、請求項 2、請求項 4 乃至請求項 20 のいずれか一項に記載の高周波増幅器。

【請求項 22】

前記接地手段は、電界効果トランジスタを用いたスイッチで構成されていることを特徴とする請求項 21 に記載の高周波増幅器。

【請求項 23】

前記接地手段は、PIN ダイオードを用いたスイッチで構成されていることを特徴とする請求項 21 に記載の高周波増幅器。

【請求項 24】

前記複数の異なる周波数帯域の信号が、第 1 の周波数帯と第 1 の周波数帯の 1.5 乃至 2.5 倍の範囲に含まれる第 2 の周波数帯の信号を含んでいるとき、増幅された前記第 1 の周波数帯の信号が出力端子から負荷側に伝達されているときは、前記第 2 の周波数帯の出力端子を前記接地手段で接地することを特徴とする請求項 2 1 に記載の高周波増幅器。

【請求項 2 5】

前記周波数帯域に対応した出力端子は、負荷インピーダンスと同じ特性インピーダンスを持つ伝送線路を介してグラウンドとの間にスイッチが設けられており、該伝送線路の長さは、スイッチがオンしてグラウンドに接続されているとき、第 1 の増幅手段の出力端から負荷側をみたインピーダンスが、該周波数帯域において短絡条件になるように決められることを特徴とする請求項 2 1 乃至請求項 2 4 のいずれか一項に記載の高周波増幅器。

【書類名】明細書

【発明の名称】高周波増幅器

【技術分野】

【0001】

本発明は、高周波増幅器に関し、複数の異なる周波数帯域の入力信号を増幅することができる高周波増幅器に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、携帯電話や無線ローカルエリアネットワーク（LAN）システムにおいて、一台の端末機で複数の周波数帯域のRF信号を扱いたいという要求がある。このような用途に用いる高周波（RF）増幅器として、従来はたとえば図20に示すようにそれぞれのRF信号の周波数帯域毎に専用の増幅器11, 12, ..., 1nとインピーダンス変換回路21, 22, ..., 2nとを並設するのが一般的であった。

【0003】

ところが、図20に示した構成では、周波数帯域毎に専用の増幅器11, 12, ..., 1nを並設しているため、それぞれ異なる周波数帯域のRF信号の増加に伴い専用の増幅器11, 12, ..., 1nの部品数等が増えてしまい、増幅器全体の実装面積やコストが増加するという問題がある。

【0004】

このような問題を解消するものとして、たとえば特許文献1のように、一つの増幅器で2つの周波数帯域のRF信号を増幅する技術がある。これは、図20と共通する部分に同一符号を付して説明すると、図21に示すように、インピーダンス整合回路2とインピーダンス変換回路21, 22との間の増幅器1の出力をスイッチ回路5で切り分けて2つの周波数帯域のRF信号の増幅を実現したり、図22に示すように、第1の帯域通過フィル61と第2の帯域通過フィル62とで切り分けて2つの周波数帯域のRF信号の増幅を実現したりするものである。

【特許文献1】特開平11-97946号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところが、特許文献1に示されたものは、インピーダンスの低い増幅器1の出力端でそれぞれ異なる周波数帯域のRF信号を図21に示すスイッチ回路5や図22に示す第1の帯域通過フィル61及び第2の帯域通過フィル62で分岐しているため、スイッチ回路5や第1の帯域通過フィル61及び第2の帯域通過フィル62での損失による影響が大きくなってしまおうという問題がある。

【0006】

ちなみに、スイッチ回路5や第1の帯域通過フィル61及び第2の帯域通過フィル62でそれぞれの周波数帯域のRF信号を分岐させるものでは、特に3つ以上の周波数帯域のRF信号を分岐させようとする、分岐すべきRF信号の複数が増えるほど、損失が増大してしまう傾向がある。

【0007】

解決しようとする問題点は、一つの増幅器で複数の周波数帯域のRF信号を増幅し、それぞれの周波数帯域のRF信号を分岐させようとする、損失が増大してしまい、その損失による増幅器の特性劣化が大きくなってしまおう点である。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明の請求項1記載の発明の要旨は、入力された複数の異なる周波数帯域を含む信号を増幅する第1の増幅手段と、前記増幅された複数の周波数帯域の信号のうち最も高い周波数帯域の信号とそれ以外の周波数帯域を含む信号とを分岐する複数の第1の分岐手段と、前記分岐された最も高い周波数帯域の信号を出力端子の負荷インピーダンスに変換す

る複数の第1のインピーダンス変換手段とを備え、前記周波数帯域の高さに応じた分岐と前記負荷インピーダンスへの変換とが、最も高い周波数帯域から最も低い周波数帯域に順に行われることを特徴とする高周波増幅器に存する。

また、この発明の請求項2記載の発明の要旨は、入力された複数の異なる周波数帯域を含む信号を増幅する第2の増幅手段と、前記増幅された複数の周波数帯域の信号のうち最も高い周波数帯域の信号とそれ以外の周波数帯域を含む信号とを分岐する複数の第2の分岐手段と、前記分岐された最も高い周波数帯域の信号を入力端子の信号源インピーダンスに変換する複数の第2のインピーダンス変換手段とを備え、前記周波数帯域の高さに応じた分岐と前記信号源インピーダンスへの変換とが、最も高い周波数帯域から最も低い周波数帯域に順に行われることを特徴とする請求項1に記載の高周波増幅器に存する。

また、この発明の請求項3記載の発明の要旨は、入力された複数の異なる周波数帯域を含む信号を増幅する第2の増幅手段と、前記増幅された複数の周波数帯域の信号のうち最も高い周波数帯域の信号とそれ以外の周波数帯域を含む信号とを分岐する複数の第2の分岐手段と、前記分岐された最も高い周波数帯域の信号を入力端子の信号源インピーダンスに変換する複数の第2のインピーダンス変換手段とを備え、前記周波数帯域の高さに応じた分岐と前記信号源インピーダンスへの変換とが、最も高い周波数帯域から最も低い周波数帯域に順に行われることを特徴とする高周波増幅器に存する。

また、この発明の請求項4記載の発明の要旨は、前記複数の異なる周波数帯域の数は、3以上であることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか一項に記載の高周波増幅器に存する。

また、この発明の請求項5記載の発明の要旨は、前記第1の増幅手段及び第2の増幅手段はカスケード接続され、前記第1の増幅手段と第2の増幅手段との間に、前記第1の分岐手段及び第1のインピーダンス変換手段が設けられていることを特徴とする請求項2又は請求項4に記載の高周波増幅器に存する。

また、この発明の請求項6記載の発明の要旨は、前記第1の増幅手段及び第2の増幅手段はカスケード接続され、前記第1の増幅手段と第2の増幅手段との間に、前記第2の分岐手段及び第2のインピーダンス変換手段が設けられていることを特徴とする請求項2又は請求項4に記載の高周波増幅器に存する。

また、この発明の請求項7記載の発明の要旨は、前記第1の分岐手段と出力端子との間に、少なくとも一つの補助増幅器が設けられていることを特徴とする請求項1、請求項2、請求項4乃至請求項6のいずれか一項に記載の高周波増幅器に存する。

また、この発明の請求項8記載の発明の要旨は、前記第2の分岐手段と入力端子との間に、少なくとも一つの補助増幅器が設けられていることを特徴とする請求項2乃至請求項7のいずれか一項に記載の高周波増幅器に存する。

また、この発明の請求項9記載の発明の要旨は、前記第1のインピーダンス変換手段は、少なくとも2つ以上の周波数帯域の信号に対して共通に高インピーダンスへの変換を行うことを特徴とする請求項1、請求項2、請求項4乃至請求項8のいずれか一項に記載の高周波増幅器に存する。

また、この発明の請求項10記載の発明の要旨は、前記第2のインピーダンス変換手段は、少なくとも2つ以上の周波数帯域の信号に対して共通に高インピーダンスへの変換を行うことを特徴とする請求項2乃至請求項8のいずれか一項に記載の高周波増幅器に存する。

また、この発明の請求項11記載の発明の要旨は、前記第1の分岐手段と出力端子との間に、補助インピーダンス変換回路が設けられていることを特徴とする請求項1、請求項2、請求項4乃至請求項10のいずれか一項に記載の高周波増幅器に存する。

また、この発明の請求項12記載の発明の要旨は、前記第2の分岐手段と入力端子との間に、補助インピーダンス変換回路が設けられていることを特徴とする請求項2乃至請求項10のいずれか一項に記載の高周波増幅器に存する。

また、この発明の請求項13記載の発明の要旨は、前記第1の分岐手段は、高域フィルタと低域フィルタとからなることを特徴とする請求項1、請求項2、請求項4乃至請求項

12のいずれか一項に記載の高周波増幅器に存する。

また、この発明の請求項14記載の発明の要旨は、前記第2の分岐手段は、高域フィルタと低域フィルタとからなることを特徴とする請求項2乃至請求項12のいずれか一項に記載の高周波増幅器に存する。

また、この発明の請求項15記載の発明の要旨は、前記低域フィルタの少なくとも一つは、対となる高域フィルタで分岐した高い周波数帯域の信号に対して、選択的にインピーダンスを高くする構成とされていることを特徴とする請求項13又は請求項14に記載の高周波増幅器に存する。

また、この発明の請求項16記載の発明の要旨は、前記高域フィルタの少なくとも一つは、対となる低域フィルタで分岐した信号の中で最も高い周波数帯域の信号に対し選択的に接地する構成とされていることを特徴とする請求項13又は請求項14に記載の高周波増幅器に存する。

また、この発明の請求項17記載の発明の要旨は、前記第1の分岐手段は、電界効果トランジスタを用いたスイッチで構成されていることを特徴とする請求項1、請求項2、請求項4乃至請求項12のいずれか一項に記載の高周波増幅器に存する。

また、この発明の請求項18記載の発明の要旨は、前記第2の分岐手段は、電界効果トランジスタを用いたスイッチで構成されていることを特徴とする請求項2乃至請求項12のいずれか一項に記載の高周波増幅器に存する。

また、この発明の請求項19記載の発明の要旨は、前記第1の分岐手段は、PINダイオードを用いたスイッチで構成されていることを特徴とする請求項1、請求項2、請求項4乃至請求項12のいずれかに記載の高周波増幅器に存する。

また、この発明の請求項20記載の発明の要旨は、前記第2の分岐手段は、PINダイオードを用いたスイッチで構成されていることを特徴とする請求項2乃至請求項12のいずれか一項に記載の高周波増幅器に存する。

また、この発明の請求項21記載の発明の要旨は、前記周波数帯域に対応した出力端子とグラウンドの間にスイッチが設けられており、ある周波数帯域の信号が増幅され、出力端子から負荷側に伝達されているときは、それ以外の周波数帯域に対応する出力端子のうち少なくともひとつは、スイッチによって接地する接地手段を有することを特徴とする請求項1、請求項2、請求項4乃至請求項20のいずれか一項に記載の高周波増幅器に存する。

また、この発明の請求項22記載の発明の要旨は、前記接地手段は、電界効果トランジスタを用いたスイッチで構成されていることを特徴とする請求項21に記載の高周波増幅器に存する。

また、この発明の請求項23記載の発明の要旨は、前記接地手段は、PINダイオードを用いたスイッチで構成されていることを特徴とする請求項21に記載の高周波増幅器に存する。

また、この発明の請求項24記載の発明の要旨は、前記複数の異なる周波数帯域の信号が、第1の周波数帯と第1の周波数帯の1.5乃至2.5倍の範囲に含まれる第2の周波数帯の信号を含んでいるとき、増幅された前記第1の周波数帯の信号が出力端子から負荷側に伝達されているときは、前記第2の周波数帯の出力端子を前記接地手段で接地することを特徴とする請求項21に記載の高周波増幅器に存する。

また、この発明の請求項25記載の発明の要旨は、前記周波数帯域に対応した出力端子は、負荷インピーダンスと同じ特性インピーダンスを持つ伝送線路を介してグラウンドとの間にスイッチが設けられており、該伝送線路の長さは、スイッチがオンしてグラウンドに接続されているとき、第1の増幅手段の出力端から負荷側をみたインピーダンスが、該周波数帯域において短絡条件になるように決められることを特徴とする請求項21乃至請求項24のいずれか一項に記載の高周波増幅器に存する。

【発明の効果】

【0009】

本発明の高周波増幅器は、周波数帯域の高さに応じた分岐と負荷インピーダンスへの変



換とが、最も高い周波数帯域から最も低い周波数帯域に順に行われるようにしたので、一つの増幅器で増幅された複数の周波数帯域を含む信号を分岐しても、それぞれの信号を目的のインピーダンスに変換することができ、さらに信号の損失による影響を小さくすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

本発明は、一つの増幅器1によって増幅された $n$ 個の異なる周波数( $f_1 > f_2 > \dots > f_m > \dots > f_n$ )を含むRF信号に対し、増幅器1の出力インピーダンスよりも高いインピーダンスに変換してから最も高い周波数 $f_1$ のRF信号とそれよりも低い周波数を含むRF信号とに分岐し、周波数 $f_1$ よりも低い周波数を含むRF信号に対して増幅器1の出力インピーダンスよりも高いインピーダンスに変換してから最も高い周波数 $f_2$ のRF信号とそれよりも低い周波数を含むRF信号とに分岐するといった高インピーダンスへの変換と周波数の高さに応じた分岐とを最も低い周波数 $f_n$ まで行うことにより、複数の周波数帯域のRF信号の増幅を行わせるようにした。

【0011】

次に、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

(実施形態1)

図1は、本発明の高周波増幅器の実施形態1を示す図である。

図1に示すように、高周波増幅器は、増幅器1、インピーダンス整合回路2、インピーダンス変換回路21, 22, 23,  $\dots$ 、補助インピーダンス変換回路7n、高域フィルタ31, 32, 33,  $\dots$ 、低域フィルタ41, 42, 43,  $\dots$ を備えている。

【0012】

第1の増幅手段としての増幅器1は、インピーダンス整合回路2でインピーダンス整合のとられた $n$ 個の異なる周波数( $f_1 > f_2 > \dots > f_m > \dots, > f_n$ )を含むRF信号に対しての増幅を行う。

【0013】

インピーダンス整合回路2は、入力端子を介して入力された $n$ 個の異なる周波数( $f_1 > f_2 > \dots > f_m > \dots > f_n$ )を含むRF信号に対してのインピーダンス整合を行う。インピーダンス変換回路21は、増幅器1で増幅された $n$ 個の異なる周波数( $f_1 > f_2 > \dots > f_m > \dots > f_n$ )を含むRF信号を、増幅器1の出力インピーダンスよりも高く、負荷インピーダンス(たとえば50オーム)よりも低いインピーダンスに変換する。

【0014】

インピーダンス変換回路22は、低域フィルタ41で分岐された周波数 $f_1$ よりも低い周波数を含むRF信号を、高インピーダンス( $\leq$ 負荷インピーダンス:たとえば50オーム)に変換する。インピーダンス変換回路23は、低域フィルタ42で分岐された周波数 $f_2$ よりも低い周波数のRF信号を、高インピーダンス( $\leq$ 負荷インピーダンス:たとえば50オーム)に変換する。

【0015】

補助インピーダンス変換回路7nは、前段の図示しない低域フィルタで分岐された最も低い周波数 $f_n$ のRF信号を、負荷インピーダンス(たとえば50オーム)に変換する。なお、これらインピーダンス変換回路21, 22, 23,  $\dots$ 、補助インピーダンス変換回路7nは、第1のインピーダンス変換手段を構成している。

【0016】

高域フィルタ31は、インピーダンス変換回路21により増幅器1の出力インピーダンスよりも高いインピーダンス( $\leq$ 負荷インピーダンス:たとえば50オーム)に変換された周波数 $f_1$ を通す。この際、 $f_1$ に対するインピーダンスが、まだ負荷インピーダンスより低い場合は、高域フィルタ31によって、さらにインピーダンス変換がなされ、負荷インピーダンスに整合する。高域フィルタ32は、インピーダンス変換回路22により高

インピーダンス ( $\leq$  負荷インピーダンス: たとえば 50 オーム) に変換された周波数  $f_2$  を通す。この際、 $f_2$  に対するインピーダンスが、まだ負荷インピーダンスより低い場合は、高域フィルタ 32 によって、さらにインピーダンス変換がなされ、負荷インピーダンスに整合する。

【0017】

高域フィルタ 33 は、インピーダンス変換回路 23 により高インピーダンス ( $\leq$  負荷インピーダンス: たとえば 50 オーム) に変換された周波数  $f_3$  を通す。この際、 $f_3$  に対するインピーダンスが、まだ負荷インピーダンスより低い場合は、高域フィルタ 33 によって、さらにインピーダンス変換がなされ、負荷インピーダンスに整合する。

【0018】

低域フィルタ 41 は、インピーダンス変換回路 21 により増幅器 1 の出力インピーダンスよりも高いインピーダンス ( $\leq$  負荷インピーダンス: たとえば 50 オーム) に変換された周波数  $f_1$  より低い周波数を含む RF 信号を通す。低域フィルタ 42 は、インピーダンス変換回路 22 により高インピーダンス ( $\leq$  負荷インピーダンス: たとえば 50 オーム) に変換された周波数  $f_2$  より低い周波数を含む RF 信号を通す。低域フィルタ 43 は、インピーダンス変換回路 23 により高インピーダンス ( $\leq$  負荷インピーダンス: たとえば 50 オーム) に変換された周波数  $f_3$  より低い周波数を含む RF 信号を通す。なお、これら高域フィルタ 31, 32, 33, ...、低域フィルタ 41, 42, 43, ... は、第 1 の分岐手段を構成している。

【0019】

すなわち、実施形態 1 では、一つの増幅器 1 によって増幅された  $n$  個の異なる周波数 ( $f_1 > f_2 > \dots > f_m > \dots > f_n$ ) を含む RF 信号を、増幅器 1 の出力インピーダンスよりも高いインピーダンス ( $\leq$  負荷インピーダンス: たとえば 50 オーム) に変換してから、最も高い周波数  $f_1$  の RF 信号とそれよりも低い周波数を含む RF 信号とに分岐し、周波数  $f_1$  よりも低い周波数を含む RF 信号に対して増幅器 1 の出力インピーダンスよりも高いインピーダンス ( $\leq$  負荷インピーダンス: たとえば 50 オーム) に変換してから、最も高い周波数  $f_2$  の RF 信号とそれよりも低い周波数を含む RF 信号とに分岐するといった高インピーダンスへの変換と周波数の高さに応じた分岐とを最も低い周波数  $f_n$  まで行うことにより、複数の周波数帯域の RF 信号の増幅を行い、さらに分岐した各周波数毎に 50 オームにインピーダンス整合をとるようにしている。

【0020】

ここで、負荷インピーダンスを 50 オームとしているが、これはあくまでも一例であり、増幅器 1 の出力インピーダンスよりも高い他の値としてもよいことは勿論である。また、高域フィルタ 31, 32, 33, ... 及び低域フィルタ 41, 42, 43, ... の前段にインピーダンス変換回路 21, 22, 23, ... を設けているが、これに限らず、インピーダンス変換回路 21, 22, 23, ... を高域フィルタ 31, 32, 33, ... の出力側に設けてもよい。

【0021】

また、高域フィルタ 31, 32, 33, ... の出力側に他の補助インピーダンス変換回路を追加してもよい。また、高域フィルタ 31, 32, 33, ... 及び低域フィルタ 41, 42, 43, ... の前段にインピーダンス変換回路 21, 22, 23, ...、補助インピーダンス変換回路 7n を設けているが、回路の条件によってはインピーダンス変換回路 21 以外のインピーダンス変換回路 22, 23, ...、補助インピーダンス変換回路 7n を省いてもよい。

【0022】

次に、上述した構成の高周波増幅器の作用について説明する。

まず、入力端子を介して  $n$  個の異なる周波数 ( $f_1 > f_2 > \dots > f_m > \dots > f_n$ ) を含む RF 信号が入力されると、その RF 信号はインピーダンス整合回路 2 で広帯域にインピーダンス整合がとられた後、増幅器 1 によって増幅される。増幅器 1 によって増幅された RF 信号は、インピーダンス変換回路 21 により、増幅器 1 の出力インピーダン

スよりも高いインピーダンス ( $\leq$  負荷インピーダンス: たとえば 50 オーム) に変換されると、最も高い周波数  $f_1$  の RF 信号が高域フィルタ 31 を通過して出力される。このとき、 $f_1$  に対するインピーダンスが、まだ負荷インピーダンスより低い場合は、高域フィルタ 31 によって、さらにインピーダンス変換がなされ、負荷インピーダンスに整合する。さらに、周波数  $f_1$  より低い周波数を含む RF 信号は、低域フィルタ 41 を通過した後、インピーダンス変換回路 22 によって高インピーダンス ( $\leq$  負荷インピーダンス: たとえば 50 オーム) に変換される。

#### 【0023】

インピーダンス変換回路 22 によって高インピーダンス ( $\leq$  負荷インピーダンス: たとえば 50 オーム) に変換された最も高い周波数  $f_2$  は高域フィルタ 32 を通過して出力される。このとき、 $f_2$  に対するインピーダンスが、まだ負荷インピーダンスより低い場合は、高域フィルタ 32 によって、さらにインピーダンス変換がなされ、負荷インピーダンスに整合する。さらに、周波数  $f_2$  より低い周波数を含む RF 信号は低域フィルタ 42 を通過した後、インピーダンス変換回路 23 によって高インピーダンス ( $\leq$  負荷インピーダンス: たとえば 50 オーム) に変換される。

#### 【0024】

インピーダンス変換回路 23 によって高インピーダンス ( $\leq$  負荷インピーダンス: たとえば 50 オーム) に変換された最も高い周波数  $f_3$  は高域フィルタ 33 を通過して出力される。このとき、 $f_3$  に対するインピーダンスが、まだ負荷インピーダンスより低い場合は、高域フィルタ 33 によって、さらにインピーダンス変換がなされ、負荷インピーダンスに整合する。さらに、周波数  $f_3$  より低い周波数を含む RF 信号が低域フィルタ 43 を通過した後、後段の図示しないインピーダンス変換回路によって高インピーダンス ( $\leq$  負荷インピーダンス: たとえば 50 オーム) に変換される。

#### 【0025】

そして、このような高インピーダンス ( $\leq$  負荷インピーダンス: たとえば 50 オーム) への変換と、周波数の高さに応じた分岐とが最も低い周波数  $f_n$  まで順次行われることにより、各周波数毎に 50 オームへのインピーダンス整合がとられる。

#### 【0026】

ここで、インピーダンス変換回路 21, 22, 23,  $\dots$  2n を、インダクタ (L) と容量 (C) で構成されるフィルタ回路とし、各周波数を低インピーダンスから高インピーダンスに変換する際、そのインピーダンスは周波数の関数になっており、同じ LC 回路に対しては周波数が高いほどインピーダンスの変換比も高くなる。たとえば、図 1 の A 点から増幅器 1 側を見たインピーダンス  $Z_A$  は周波数の関数になっており、周波数  $f_1, f_2, \dots, f_n$  ( $f_1 > f_2 > \dots, > f_m > \dots > f_n$ ) に対して、 $Z_A(f_1) > Z_A(f_2) > \dots > Z_A(f_m) \dots > Z_A(f_n)$  となっている。

#### 【0027】

したがって、図 1 に示すように、高い周波数から順次分岐し、m 番目の周波数  $f_m$  ( $m = 2, 3, \dots, n$ ) に対しては、インピーダンス変換回路 21, 22,  $\dots$ , 2m と低域フィルタ 41, 42,  $\dots$  4 ( $m-1$ ) と高域フィルタ 3m とで、徐々に高いインピーダンスに変換しながら、最終的に各周波数を 50 オームに整合させる構成を採用することで、n 個の異なる周波数 ( $f_1 > f_2 > \dots > f_m > \dots > f_n$ ) を含む RF 信号を分岐しても、それぞれの RF 信号が小さい損失で取り出される。

#### 【0028】

また、インピーダンス変換回路 21, 22,  $\dots$ , 2n や高域フィルタ 31, 32,  $\dots$  3n、低域フィルタ 41, 42,  $\dots$  4n を通過することによって発生する損失が大きい高周波の RF 信号ほどインピーダンス変換回路 21, 22, 23,  $\dots$  2n や高域フィルタ 31, 32,  $\dots$  3n、低域フィルタ 41, 42,  $\dots$  4n の通過段数が少ないため、RF 信号の損失低減に有利である。

#### 【0029】

また、m 番目の低域フィルタ 4m の中に、m 番目の周波数  $f_m$  に対して選択的にインピ

ーダンスが大きくなるような共振回路を導入し、 $m$ 番目の高域フィルタ 3  $m$ の中に $m+1$ 番目の周波数  $f_{m+1}$  に対して選択的に接地するような共振回路を導入する構成としてもよく、この場合には各周波数帯域の RF 信号を確実に分離でき、他端子への別の周波数の信号漏れがなくなる。

#### 【0030】

このように、実施形態 1 では、一つの増幅器 1 によって増幅された  $n$  個の異なる周波数 ( $f_1 > f_2 > \dots > f_m > \dots > f_n$ ) を含む RF 信号に対し、増幅器 1 の出力インピーダンスよりも高いインピーダンスに変換してから、最も高い周波数  $f_1$  の RF 信号とそれよりも低い周波数を含む RF 信号とに分岐し、周波数  $f_1$  よりも低い周波数を含む RF 信号に対して増幅器 1 の出力インピーダンスよりも高いインピーダンスに変換してから、最も高い周波数  $f_2$  の RF 信号とそれよりも低い周波数を含む RF 信号とに分岐するといった高インピーダンスへの変換と周波数の高さに応じた分岐とを最も低い周波数  $f_n$  まで行い、さらに分岐したしれぞれの周波数に対して個別にインピーダンス整合をとるようにしたので、一つの増幅器 1 で増幅された複数の周波数帯域を含む信号を最小の損失で効率良く分岐、増幅することができる。

#### 【0031】

また、一つの増幅器 1 で増幅された複数の周波数帯域を含む信号を最小の損失で取り出すことができるので、結果としてそれぞれの RF 信号の周波数帯域毎に専用の増幅器を並設する必要がなく、増幅器の部品数等が増えてしまうことによる増幅器の実装面積やコストが増加するといった問題も解消される。

#### 【0032】

また、RF 信号がインピーダンス変換回路 2 1, 2 2, 2 3,  $\dots$  や高域フィルタ 3 1, 3 2, 3 3  $\dots$ 、低域フィルタ 4 1, 4 2, 4 3  $\dots$  を通過することによって発生する損失が顕著な高周波の RF 信号ほど通過段数が少なくなるため、インピーダンス変換回路 2 1, 2 2, 2 3,  $\dots$  や高域フィルタ 3 1, 3 2, 3 3  $\dots$ 、低域フィルタ 4 1, 4 2, 4 3  $\dots$  によるロスの影響を小さくでき、結果として増幅器 1 の性能を向上させることができる。

#### 【0033】

また、高インピーダンスへの変換と周波数の高さに応じた分岐とを最も低い周波数  $f_n$  まで行う構成であるため、増幅できる周波数帯域の数に制限がなく、様々な応用に適用可能となる。

#### 【0034】

##### (実施形態 2)

図 2 は、本発明の高周波増幅器の実施形態 2 を示す図、図 3～図 5 は、図 2 の各点 A～F におけるインピーダンスを説明するためのスミス図表である。なお、以下に説明する図において、図 1 と共通する部分には同一符号を付し重複する説明を省略する。

#### 【0035】

図 2 は、図 1 の増幅器 1 の出力側の構成の一例を示すものであって、たとえば 3 つの周波数  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$  を含む RF 信号を、たとえば 50 オームに整合するために、インピーダンス変換回路 2 1、高域フィルタ 3 1, 3 2、低域フィルタ 4 1, 4 2 を備えた場合を示している。ここで、たとえば周波数  $f_1 = 5.2 \text{ GHz}$ 、周波数  $f_2 = 2.4 \text{ GHz}$ 、周波数  $f_3 = 1.8 \text{ GHz}$  とする ( $f_1 > f_2 > f_3$ )。

#### 【0036】

このような構成では、インピーダンス変換回路 2 1 によって高インピーダンス ( $\leq 50$  オーム) に変換された 3 つの周波数  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$  を含む RF 信号のうち、周波数  $f_1$  は高域フィルタ 3 1 を通過して、50 オームにインピーダンス整合され、出力される。周波数  $f_2$ ,  $f_3$  は、低域フィルタ 4 1 を通過すると、周波数  $f_2$  が高域フィルタ 3 2 を通過して 50 オームにインピーダンス整合され、出力される。また、周波数  $f_3$  が低域フィルタ 4 2 を通過して 50 オームにインピーダンス整合され、出力される。

#### 【0037】

ここで、周波数  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$  に対するインピーダンスの軌跡を、図3～図5のスミス図表上に示す。図3は、図2のA点、B点、C点の軌跡を示し、図4は、図2のA点、B点、D点、E点の軌跡を示し、図5は、図2のA点、B点、D点、F点の軌跡を示している。

#### 【0038】

ちなみに、携帯電話や無線LAN等に用いられる増幅器1の出力インピーダンス（図2のA点から増幅器1側を見たインピーダンス）は、通常、数オーム以下になっている。これを、3つの周波数  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$  に共通なインピーダンス変換回路21を通過させると、図2のB点での周波数  $f_1$  に対するインピーダンスは、数十オームまで変換される（図3のB点）。さらに、周波数  $f_1$  を高域フィルタ31を通過させることにより、周波数  $f_1$  に対するインピーダンスは50オームに変換される（図3のC点）。

#### 【0039】

このとき、高域フィルタ31は、周波数  $f_1$  のみを通過させ周波数  $f_2$  及び周波数  $f_3$  を通過させないように設計されている。また、低域フィルタ41は、周波数  $f_1$  を遮断し周波数  $f_2$  及び周波数  $f_3$  を通過させるように設計されている。したがって、図2のB点での周波数  $f_2$  及び周波数  $f_3$  を含むRF信号は、高域フィルタ32と低域フィルタ42とでそれぞれ分岐される。ここで、図4に示すように、B点における周波数  $f_2$  に対するインピーダンスは、周波数  $f_1$  に対するインピーダンスより低く、数オームである。

#### 【0040】

したがって、周波数  $f_2$  及び周波数  $f_3$  を含むRF信号は、低域フィルタ41を通して、数十オームに変換され（図4のD点）、さらに周波数  $f_2$  が高域フィルタ32を通して50オームに変換される（図4のE点）。

#### 【0041】

高域フィルタ32では、周波数  $f_2$  のみを通過させ周波数  $f_3$  を通過させないよう設計されており、周波数  $f_3$  のRF信号がD点で低域フィルタ42に分岐される。D点における周波数  $f_3$  に対するインピーダンスは、数十オーム（図5のD点）であり、低域フィルタ42を通して50オームに変換される（図5のF点）。

#### 【0042】

このように、実施形態2では、たとえば3つの周波数  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$  を含むRF信号を、たとえば50オームに整合するために、インピーダンス変換回路21、高域フィルタ31、32、低域フィルタ41、42を備えた構成としているので、図3～図5のインピーダンスの軌跡を見ると分かるように、高い周波数から、順次、複数の周波数のRF信号を分岐し整合をとることにより、各点におけるインピーダンスはスミス図表の中心に向かって単調に増加し、各周波数帯域に対して最も効率的に50オームへの整合をとることができる。

#### 【0043】

また、RF信号がインピーダンス変換回路21等を通過する際に発生する損失の影響が大きい高周波ほど、インピーダンス変換回路21等の通過段数が少なくされるため、上述したように、信号の損失による影響を解消することができる。

#### 【0044】

なお、実施形態2では、図1のインピーダンス変換回路22、23が省略されているが、これは条件によって使用しなくてもよいことを示している。

#### 【0045】

##### （実施形態3）

図6は、図2の高周波増幅器の構成を変えた場合の実施形態3を示す図、図7～図9は、図6の各点A～Fにおける通過特性を説明するための図である。

#### 【0046】

実施形態3では、図2の高域フィルタ31、32や低域フィルタ41、42に特定の周波数を減衰させるための回路を設けている。すなわち、図6に示すように、低域フィルタ41内に、LC並列共振回路41aを設け、その共振周波数（ $\cong 1 / 2\pi\sqrt{LC}$ ）を周波

数  $f_1$  の近傍になるように設定している。同様に、低域フィルタ 42 内に、LC 並列共振回路 42a を設け、その共振周波数 ( $\cong 1/2\pi\sqrt{LC}$ ) を周波数  $f_2$  の近傍になるように設定している。

#### 【0047】

ここで、B 点から分岐された回路側を見たインピーダンスが、周波数  $f_1$  に対して極めて大きくなり、周波数  $f_1$  の RF 信号は図 3 の C 点に達するようになるため、周波数  $f_1$  の RF 信号を効率良く出力端子から出力することができる。また、周波数  $f_2$  の出力端子に周波数  $f_1$  が混入しないので、システムに悪影響を与えることもない。同様に、D 点以降に分岐された回路を見たときのインピーダンスが、周波数  $f_2$  に対して極めて大きくなり、周波数  $f_2$  の RF 信号は図 4 の E 点に達するようになるため、周波数  $f_2$  の RF 信号を効率良く出力端子から出力することができる。

#### 【0048】

一般に、 $m$  番目の低域フィルタ 4m の中に、 $m$  番目の周波数  $f_m$  に対してインピーダンスが大きくなるような共振回路を導入することにより、各周波数を確実に分離できる。

#### 【0049】

また、図 6 に示すように、高域フィルタ 31 内に、LC 直列共振回路 31a を設け、その共振周波数 ( $\cong 1/2\pi\sqrt{LC}$ ) を周波数  $f_2$  近傍になるように設定している。同様に、高域フィルタ 32 内に、LC 直列共振回路 32a を設け、その共振周波数 ( $\cong 1/2\pi\sqrt{LC}$ ) を周波数  $f_3$  近傍になるように設定している。

#### 【0050】

ここで、たとえば B 点から C 点方向に漏れた周波数  $f_2$ 、 $f_3$  の RF 信号のほとんどが接地されるので、C 点に周波数  $f_2$ 、 $f_3$  の RF 信号が混入しない。そのため、システムに悪影響を与えることがなく、周波数  $f_1$  の信号を効率良く取り出すことができる。同様に、たとえば D 点から E 点方向に漏れた周波数  $f_3$  の RF 信号のほとんどが接地されるので、E 点に周波数  $f_3$  の RF 信号が混入しない。そのため、システムに悪影響を与えることがなく、周波数  $f_2$  の信号を効率良く取り出すことができる。

#### 【0051】

一般に、 $m$  番目の高域フィルタ 3m の中に、 $(m+1)$  番目以降の周波数  $f_{(m+1)}$  以降に対して接地させるような共振回路を導入することにより、各周波数を確実に分離できる。

#### 【0052】

このような構成は、たとえば携帯電話の 900MHz 帯を使用する GSM (Global System for Mobile Communication) 及び 1.8GHz 帯を使用する DCS (Digital Cellular System) や、無線 LAN の 2.4GHz 帯を使用する IEEE 802.11b/g 規格システム及び 5GHz 帯を使用する IEEE 802.11a 規格システム等に有効である。

#### 【0053】

このような構成では、増幅器 1 の出力インピーダンスであるたとえば  $(5.0 - j1.8)$  オームを 50 オームに変換した場合、図 7 に示すような特性が得られる。すなわち、図 7 は、図 6 の C 点における反射特性と A 点から C 点への通過特性とを示している。図 7 (a) に示すように、周波数  $f_1 = 5.2\text{GHz}$  での反射量は最小になり、図 7 (b) に示すように、通過量は最大になっていることが分かる。また、図 7 (a) に示すように、周波数  $f_2 = 2.4\text{GHz}$  での反射量は最大になり、図 7 (b) に示すように、通過量は最小になっていることが分かる。つまり、効率的に周波数  $f_1$  の RF 信号が選択され、図 6 の C 点に取り出されることが分かる。

#### 【0054】

また、図 8 には、図 6 の E 点における反射特性と A 点から E 点への通過特性とを示している。図 8 (a) に示すように、周波数  $f_2 = 2.4\text{GHz}$  での反射量は最小になり、図 8 (b) に示すように、通過量は最大になっていることが分かる。また、図 8 (a) に示すように、周波数  $f_1 = 5.2\text{GHz}$  と周波数  $f_3 = 1.8\text{GHz}$  とでの反射量は最大に

なり、図8(b)に示すように、通過量は最小になっていることが分かる。つまり、効率的に周波数  $f_2$  の RF 信号が選択され、図6のE点に取り出されることが分かる。

#### 【0055】

また、図9には、図6のF点における反射特性とA点からF点への通過特性とを示している。図9(a)に示すように、周波数  $f_3 = 1.8 \text{ GHz}$  での反射量は最小になり、図9(b)に示すように、通過量は最大になっていることが分かる。また、図9(a)に示すように、周波数  $f_1 = 5.2 \text{ GHz}$  と  $f_2 = 2.4 \text{ GHz}$  での反射量は最大になり、図9(b)に示すように、通過量は極小になっていることが分かる。つまり、効率的に周波数  $f_3$  の RF 信号が選択され、図6のF点に取り出されることが分かる。

#### 【0056】

##### (実施形態4)

図10は、図1の高周波増幅器の構成を変えた場合の実施形態4を示す図である。実施形態4では、図1の各周波数に対応した出力端子に、接地スイッチ81, 82, 83…を設けている。

#### 【0057】

接地スイッチ81は、周波数  $f_1$  以外の信号が増幅され、出力端子から負荷側に伝達されているときオンになり、 $f_1$  の出力端子とグランド間とを短絡することにより、周波数  $f_1$  以外の信号やその高調波などの不要波が、 $f_1$  の出力端子から負荷側に洩れるのを防ぐ。逆に、高周波増幅器が周波数  $f_1$  の信号を増幅し、 $f_1$  の出力端子から負荷側に信号を伝達するときは、接地スイッチ81はオフになる。

#### 【0058】

接地スイッチ82は、周波数  $f_2$  以外の信号が増幅され、出力端子から負荷側に伝達されているときオンになり、 $f_2$  の出力端子とグランド間とを短絡することにより、周波数  $f_2$  以外の信号やその高調波などの不要波が、 $f_2$  の出力端子から負荷側に洩れるのを防ぐ。逆に、高周波増幅器が周波数  $f_2$  の信号を増幅し、 $f_2$  の出力端子から負荷側に信号を伝達するときは、接地スイッチ82はオフになる。

#### 【0059】

接地スイッチ83は、周波数  $f_3$  以外の信号が増幅され、出力端子から負荷側に伝達されているときオンになり、 $f_3$  の出力端子とグランド間とを短絡することにより、周波数  $f_3$  以外の信号やその高調波などの不要波が、 $f_3$  の出力端子から負荷側に洩れるのを防ぐ。逆に、高周波増幅器が周波数  $f_3$  の信号を増幅し、 $f_3$  の出力端子から負荷側に信号を伝達するときは、接地スイッチ83はオフになる。

#### 【0060】

すなわち、実施形態4では、増幅していない周波数に対応する出力端子をスイッチで接地することにより、他の周波数帯域数号や、その高調波などの不要波が負荷側に洩れるのを抑制し、システムに悪影響を与えるのを防いでいる。このように、複数の周波数帯域を含む信号の分岐と負荷インピーダンスへの変換を、最も高い周波数から低い周波数に順に行い、さらに出力端子の接地スイッチを組み合わせることにより、図21や図22に示した従来の構成に比べ、使用していない出力端子に洩れる不要波を除去する効果が著しく改善し、システムの動作が安定する。

#### 【0061】

また、図21に示した従来例では、増幅して出力すべき信号を減衰させないための低ロスと、不要波を他方の使用していない出力端子に洩らさないようにするための高アイソレーションの両方の特性がスイッチ5に要求され、技術的に極めて困難であるのに対し、本発明の構成では、接地スイッチは、不要波を接地すればよいので、ロスはある程度大きくても問題なく、アイソレーションのみが重要となるので、スイッチに要求される性能が低く、技術的に実現しやすいという利点もある。

#### 【0062】

ここで、接地スイッチをオン・オフする制御信号は、例えばベースバンドから受けることができる。尚、このスイッチは、電界効果トランジスタを用いても、PINダイオード

を用いてもよい。

#### 【0063】

##### (実施形態5)

図11は、図6の高周波増幅器の実施の形態を変えた場合の実施形態5を示す図であり、図12と図13は、図11の接地スイッチ81、82、83のオン・オフの組み合わせにより増幅端Aから負荷側をみたインピーダンス $Z_A$ がどのように変化するかを説明するための図であり、図14はその副次的な効果を説明するための図である。

#### 【0064】

実施形態5では、図6の周波数 $f_1$ に対応した出力端子に、接地スイッチ81を周波数 $f_2$ に対応した出力端子に、接地スイッチ82を、周波数 $f_3$ に対応した出力端子に、接地スイッチ83を設けている。

#### 【0065】

周波数 $f_1$ を増幅し、出力端子から負荷側に信号を伝達しているときは、スイッチ81をオフにし、スイッチ82と83をオンにし接地する。

同様に、周波数 $f_2$ を増幅し、出力端子から負荷側に信号を伝達しているときは、スイッチ82をオフにし、スイッチ81と83をオンにし接地する。

同様に、周波数 $f_3$ を増幅し、出力端子から負荷側に信号を伝達しているときは、スイッチ83をオフにし、スイッチ81と82をオンにし接地する。

#### 【0066】

このようにすることにより、信号を負荷側に伝達していない出力端子から不要な信号が負荷側に洩れるのを抑制し、システムに悪影響を及ぼすことが無い。

このような構成は、携帯電話の900MHz帯を使用するGSM及び1.8GHz帯を使用するDCSや、無線LANの2.4GHz帯を使用するIEEE802.11b/g規格システム及び5GHz帯を使用するIEEE802.11a規格システム等に有効である。

#### 【0067】

図12に示したのは、周波数 $f_2 = 2.4\text{GHz}$ の信号を増幅しているとき、スイッチ81、82、83をすべてオフにした場合（すなわち図6と同じ状態）の図11のA点から負荷側をみたインピーダンスを示すスミス図表である。

#### 【0068】

図13に示したのは、周波数 $f_2 = 2.4\text{GHz}$ の信号を増幅しているとき、スイッチ82のみをオフ、スイッチ81と83をオンにして、 $f_1 = 5.2\text{GHz}$ と $f_3 = 1.8\text{GHz}$ の出力端子を接地した場合の図11のA点から負荷側をみたインピーダンス $Z_L$ を示すスミス図表である。

#### 【0069】

両者を比べると、 $f_2 = 2.4\text{GHz}$ に対するインピーダンスは $(9.3 + j8.8)\Omega$ と変わらないが、 $f_2 = 2.4\text{GHz}$ の2倍に相当する $4.8\text{GHz}$ のインピーダンスと比較すると、図12では、 $(7.8 + j1.4)\Omega$ なのに対し、図13では、 $(0.0056 + j2.0)\Omega$ と短絡に近い条件になっている。これは、 $f_1 = 5.2\text{GHz}$ をスイッチ81で接地することによって、 $5.2\text{GHz}$ 近傍の周波数に対するインピーダンスが短絡条件に近くなるためである。一般に、高周波増幅器では、増幅する信号の周波数の2倍高調波のインピーダンスが短絡の条件になると、出力電圧振幅波形が、理想的なサイン波に近づき、増幅器1での余分な電力消費が抑えられるので効率が向上する。

#### 【0070】

図14に示したのは、図12のスイッチ81、82、83すべてをオフにした場合（塗りつぶし）と図13のスイッチ81と83をオンにして接地した場合（白抜き）に対応した $f_2 = 2.4\text{GHz}$ の出力電力特性である。スイッチ81と83をオンにした場合は、最大効率が41.7%から47.2%へと5%以上向上している。これは、スイッチ81をオンにして、 $f_1 = 5.2\text{GHz}$ の出力端子を接地することによって、図11のA点からみた $f_2 = 2.4\text{GHz}$ の2倍に相当する $4.8\text{GHz}$ のインピーダンス $Z_L$ が短絡条件に近



くなったためである。

#### 【0071】

すなわち、図11に示した構成は、不要波を未使用の出力端子に洩らさないという効果に加え、増幅器の効率を向上させるという副次的な効果も期待できる。一般に、図10の形態において、複数の周波数帯域を含む信号の中に、 $m$ 番目の周波数  $f_m$  の (1.5~2.5) 倍に相当する周波数  $f_k$  が含まれているときは、周波数  $f_m$  を増幅しているとき、周波数  $f_k$  の出力端子を接地することによって、周波数  $f_m$  の2倍の高調波に対するインピーダンスが短絡条件に近くなるので、 $f_m$  を増幅しているときの高周波増幅器の効率が向上するという副次的な効果をもたらす。

#### 【0072】

このような効果が期待できるアプリケーションの組み合わせには、無線LANのIEEE 802.11b/g (2.4GHz) に対するIEEE 802.11a (4.9~5.8GHz) や、GSM (880~915MHz) に対するDCS (1.71~1.78GHz)、PCS (1.85~1.91GHz)、WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access: 1.92~1.98GHz) などの組み合わせが考えられる。

#### 【0073】

##### (実施形態6)

図15は、図11の高周波増幅器の実施の形態を変えた場合の実施形態6を示す図である。

実施形態6では、周波数帯域  $f_1$  の出力端子Cは、システムの負荷インピーダンス (例えば50オーム) と同じ特性インピーダンス  $Z_0$ 、位相回転  $\theta_1$  相当の長さを持つ伝送線路91を介して、接地スイッチ81が設けられている。このとき、位相回転量  $\theta_1$  は、接地スイッチ81をオンにしたときに、増幅器の出力Aから負荷側をみたインピーダンス  $Z_L$  が、周波数帯域  $f_1$  において短絡条件になるように調整される。

#### 【0074】

同様に、周波数帯域  $f_2$  の出力端子Eは、システムの負荷インピーダンス (例えば50オーム) と同じ特性インピーダンス  $Z_0$  と位相回転  $\theta_2$  相当の長さを持つ伝送線路92を介して、接地スイッチ82が設けられている。このとき、位相回転量  $\theta_2$  は、接地スイッチ82をオンにしたときに、増幅器の出力Aから負荷側をみたインピーダンス  $Z_L$  が、周波数帯域  $f_2$  において短絡条件になるように調整される。

#### 【0075】

同様に、周波数帯域  $f_3$  の出力端子Fは、システムの負荷インピーダンス (例えば50オーム) と同じ特性インピーダンス  $Z_0$  と位相回転  $\theta_3$  相当の長さの伝送線路92を介して、接地スイッチ83が設けられている。このとき、位相回転量  $\theta_3$  は、接地スイッチ83をオンにしたときに、増幅器の出力Aから負荷側をみたインピーダンス  $Z_L$  が、周波数帯域  $f_3$  において短絡条件になるように調整される。

#### 【0076】

このような構成をとることにより、図12~14で示した図11の副次的な効果である2倍高調波短絡条件が、より正確に満たされるので、効果が一層顕著になる。

#### 【0077】

##### (実施形態7)

図16は、図2の構成を変えた場合の実施形態7を示す図である。

図2では、周波数  $f_1 \sim f_3$  の分離を低域フィルタ41、42と高域フィルタ31、32の組み合わせで行っているが、実施形態7ではこれを能動スイッチで構成している。

#### 【0078】

すなわち、図16に示すように、補助インピーダンス変換回路71、72、73の前段に電界効果トランジスタ51、52、53を能動スイッチとして用いている。

#### 【0079】

このような構成では、周波数  $f_1$  を増幅する場合、電界効果トランジスタ51の  $V_{g1}$  をオンにし、電界効果トランジスタ52の  $V_{g2}$  と電界効果トランジスタ53の  $V_{g3}$  と

をオフにする。周波数  $f_2$  を増幅するときは、電界効果トランジスタ 52 の  $V_{g2}$  をオンにし、電界効果トランジスタ 51 の  $V_{g1}$  と電界効果トランジスタ 53 の  $V_{g3}$  とをオフにする。周波数  $f_3$  を増幅するときは、電界効果トランジスタ 53 の  $V_{g3}$  をオンにし、電界効果トランジスタ 51 の  $V_{g1}$  と電界効果トランジスタ 52 の  $V_{g2}$  とをオフにする。

#### 【0080】

ここでは、能動スイッチである電界効果トランジスタ 51, 52, 53 にインピーダンスを変換する機能がないため、各電界効果トランジスタ 51, 52, 53 と出力端子との間に補助インピーダンス変換回路 71, 72, 73 を設けている。

#### 【0081】

このように、実施形態 7 では、補助インピーダンス変換回路 71, 72, 73 の前段に電界効果トランジスタ 51, 52, 53 を能動スイッチとして用いる構成としたので、上述したように、高インピーダンスへの変換と周波数の高さに応じた分岐とを行うことができる。

#### 【0082】

なお、実施形態 7 では、補助インピーダンス変換回路 71, 72, 73 の前段に電界効果トランジスタ 51, 52, 53 を能動スイッチとして用いる構成とした場合について説明したが、電界効果トランジスタ 51, 52, 53 を PIN ダイオードとしてもよい。

#### 【0083】

(実施形態 8)

図 17 は、図 1 の構成を変えた場合の実施形態 8 を示す図である。

図 1 においては、増幅器 1 の出力側に、インピーダンス変換回路 21, 22, 23, ・ ・ ・、補助インピーダンス変換回路 7n、高域フィルタ 31, 32, 33, ・ ・ ・、低域フィルタ 41, 42, 43, ・ ・ ・を設けているが、実施形態 8 ではこれらを点線で囲んで示すように増幅器 1 の入力側にも設けた場合を示している。なお、増幅器 1 の入力側に設けられたインピーダンス変換回路 21, 22, 23, ・ ・ ・は、第 2 のインピーダンス変換手段を構成し、増幅器 1 の入力側に設けられた高域フィルタ 31, 32, 33, ・ ・ ・、低域フィルタ 41, 42, 43, ・ ・ ・は第 2 の分岐手段を構成している。

#### 【0084】

このような構成では、n 個の異なる周波数  $f_1, f_2, \dots, f_n$  ( $f_1 > f_2 > \dots > f_n$ ) が、それぞれの入力端子から入力されると、増幅器 1 の入力側に設けられた各インピーダンス変換回路 21, 22, 23, ・ ・ ・、補助インピーダンス変換回路 7n によってインピーダンス変換された周波数  $f_1, f_2, \dots, f_n$  を含む RF 信号が上記同様に、増幅器 1 によって増幅され、その後、上述したように、高インピーダンスへの変換と周波数の高さに応じた分岐とが最も低い周波数  $f_n$  まで行われる。

#### 【0085】

このように、実施形態 8 では、増幅器 1 の入力側に、インピーダンス変換回路 21, 22, 23, ・ ・ ・、補助インピーダンス変換回路 7n、高域フィルタ 31, 32, 33, ・ ・ ・、低域フィルタ 41, 42, 43, ・ ・ ・を設けた構成としたので、上記同様に、高インピーダンスへの変換と周波数の高さに応じた分岐とインピーダンス整合とを行うことができる。

#### 【0086】

(実施形態 9)

図 18 は、図 1 の構成を変えた場合の実施形態 9 を示す図である。

図 18 に示すように、実施形態 9 では、異なる 3 つの周波数  $f_1, f_2, f_3$  ( $f_1 > f_2 > f_3$ ) が入力される場合を示しており、インピーダンス整合回路 2 の入力側に、点線で囲んで示すように、増幅器 1, 11、インピーダンス整合回路 2、インピーダンス変換回路 21, 22、高域フィルタ 31, 32、低域フィルタ 41, 42、補助インピーダンス変換回路 73 を設けている。ここで、点線内の増幅器 1 は、第 2 の増幅器を構成している。

## 【0087】

このような構成では、周波数  $f_1$  のみがインピーダンス整合回路 2 によって整合がとられ、さらに増幅器 11 によって増幅された後、インピーダンス変換回路 21 にて他の周波数  $f_2$ 、 $f_3$  と合成されるようになっている。つまり、カスケードに接続された多段の増幅器 1、11 の段間に高インピーダンスへの変換と周波数の高さに応じた分岐とを行う上述した回路が組み込まれている。

## 【0088】

ここで、このような構成が有効になる例としては、無線 LAN と携帯電話との組み合わせが挙げられる。ここでは、たとえば周波数  $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$  を無線 LAN IEEE 802.11a 規格で使用する周波数  $f_1 = 5\text{GHz}$  帯、IEEE 802.11b/g で使用する周波数  $f_2 = 2.4\text{GHz}$  帯、携帯電話 DCS で使用する周波数  $f_3 = 1.8\text{GHz}$  帯とする。

## 【0089】

一般に、高い周波数ほど増幅器 1 段あたりの利得が低いので、増幅段を増やす必要があるが、この例では、周波数  $f_1 = 5\text{GHz}$  帯の無線 LAN のみ 3 段増幅構成とし、周波数  $f_2$ 、 $f_3$  に対しては 2 段増幅構成となる。

## 【0090】

このように、実施形態 9 では、インピーダンス整合回路 2 の入力側に、点線で囲んで示すように、増幅器 1、11、インピーダンス整合回路 2、インピーダンス変換回路 21、22、高域フィルタ 31、32、低域フィルタ 41、42、補助インピーダンス変換回路 73 を設けた構成としたので、たとえば  $5\text{GHz}$  では、所望の利得が得られるとともに、低い周波数で不必要に高い利得になることがなく、安定した増幅動作が得られる。なお、増幅器 1、11 を設置する位置や数は、この例に限らず、アプリケーションによって最適な利得が得られるようすることで、適宜変更可能である。

## 【0091】

(実施形態 10)

図 19 は、図 1 の構成を変えた場合の実施形態 10 を示す図である。

実施形態 10 では、出力パワーに合わせて増幅器の大きさと段数を変えるようにしており、図 19 に示すように、インピーダンス変換回路 21 の出力側に増幅器 11、補助増幅器 13、補助インピーダンス変換回路 71、72、73 が組み込まれている。

## 【0092】

このような構成では、異なる 3 つの周波数  $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$  ( $f_1 > f_2 > f_3$ ) を含む RF 信号が増幅器 11 によって増幅された後、上述したように、高インピーダンスへの変換と周波数の高さに応じた分岐とが行われる。

## 【0093】

ここで、それぞれの周波数  $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$  は、補助インピーダンス変換回路 71、72、73 を通して 50 オームに変換され、それぞれの出力端子から出力される。ただし、周波数  $f_3$  のみについては補助増幅器 13 でさらに増幅している。

## 【0094】

このような、構成が有効になる例としては、無線 LAN と携帯電話との組み合わせが挙げられる。ここでは、周波数  $f_1$ 、 $f_2$  を IEEE 802.11a/b/g 規格の無線 LAN 信号とし、周波数  $f_3$  を GSM 規格の携帯電話信号とする。

## 【0095】

前者では、増幅器 11 に必要とされる出力パワーは、0.3 ワット程度であるのに対し、GSM 規格の携帯電話での増幅器 11 に必要とされる出力パワーは、その約 10 倍の 2~3 ワットである。両者を同じ増幅器 11 で増幅しようとする、小さいパワーを出力する際の増幅器 11 の効率が悪くなる。

## 【0096】

そこで、実施形態 10 のように、高インピーダンスへの変換と周波数の高さに応じた分岐とが行われる構成をとることにより、各アプリケーションにおいては最適な補助増幅器

13の大きさが選択されることになり、それぞれの周波数 $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ に対して高い効率を得ることができる。

【0097】

このように、実施形態10では、出力パワーに合わせて増幅器の大きさと段数を変えるようにしたので、各アプリケーションにおいては最適な補助増幅器13の大きさが選択されることになり、それぞれの周波数 $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ に対して高い効率を得ることができる。なお、補助増幅器13を設置する位置や数は、この例に限らず、アプリケーションによって最適な出力パワーが得られるように適宜変更可能である。

【0098】

なお、実施形態8, 6では、増幅器1の出力側に加え、その入力側にも、インピーダンス変換回路21, 22, 23, ...、補助インピーダンス変換回路73, 7n、高域フィルタ31, 32, 33, ...、低域フィルタ41, 42, 43, ...等を設けた構成とした場合について説明したが、これらの例に限らず、増幅器1の入力側にのみ、インピーダンス変換回路21, 22, 23, ...、補助インピーダンス変換回路73, 7n、高域フィルタ31, 32, 33, ...、低域フィルタ41, 42, 43, ...等を設け、複数の周波数( $f_1 > f_2 > \dots > f_m > \dots > f_n$ )を含むRF信号を増幅器1で増幅した後、単一の出力端子から取り出すような構成としてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0099】

携帯電話や無線LAN用の携帯機器に使用される高周波増幅器に適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0100】

【図1】本発明の高周波増幅器の実施形態1を示す図である。

【図2】本発明の高周波増幅器の実施形態2を示す図である。

【図3】図2のA点、B点、C点におけるインピーダンスを説明するためのスミス図表である。

【図4】図2のA点、B点、D点、E点におけるインピーダンスを説明するためのスミス図表である。

【図5】図2のA点、B点、D点、F点におけるインピーダンスを説明するためのスミス図表である。

【図6】図2の高周波増幅器の構成を変えた場合の実施形態3を示す図である。

【図7】図6のC点における反射特性とA点からC点への通過特性とを示す図である。

【図8】図6のE点における反射特性とA点からE点への通過特性とを示す図である。

【図9】図6のF点における反射特性とA点からF点への通過特性とを示す図である。

【図10】図1の高周波増幅器の構成を変えた場合の実施形態4を示す図である。

【図11】図6の高周波増幅器の構成を変えた場合の実施形態5を示す図である。

【図12】図6のA点から負荷側を見たインピーダンスを説明するためのスミス図表である。

【図13】図11のA点から負荷側を見たインピーダンスを説明するためのスミス図表である。

【図14】実施形態5の副次的な効果を説明するための出力電力特性を示す図である。

【図15】図11の高周波増幅器の構成を変えた場合の実施形態6を示す図である。

【図16】図2の構成を変えた場合の実施形態7を示す図である。

【図17】図1の構成を変えた場合の実施形態8を示す図である。

【図18】図1の構成を変えた場合の実施形態9を示す図である。

【図19】図1の構成を変えた場合の実施形態10を示す図である。

【図 2 0】従来の高周波増幅器の一例を示す図である。

【図 2 1】従来の高周波増幅器の他の例を示す図である。

【図 2 2】従来の高周波増幅器の他の例を示す図である。

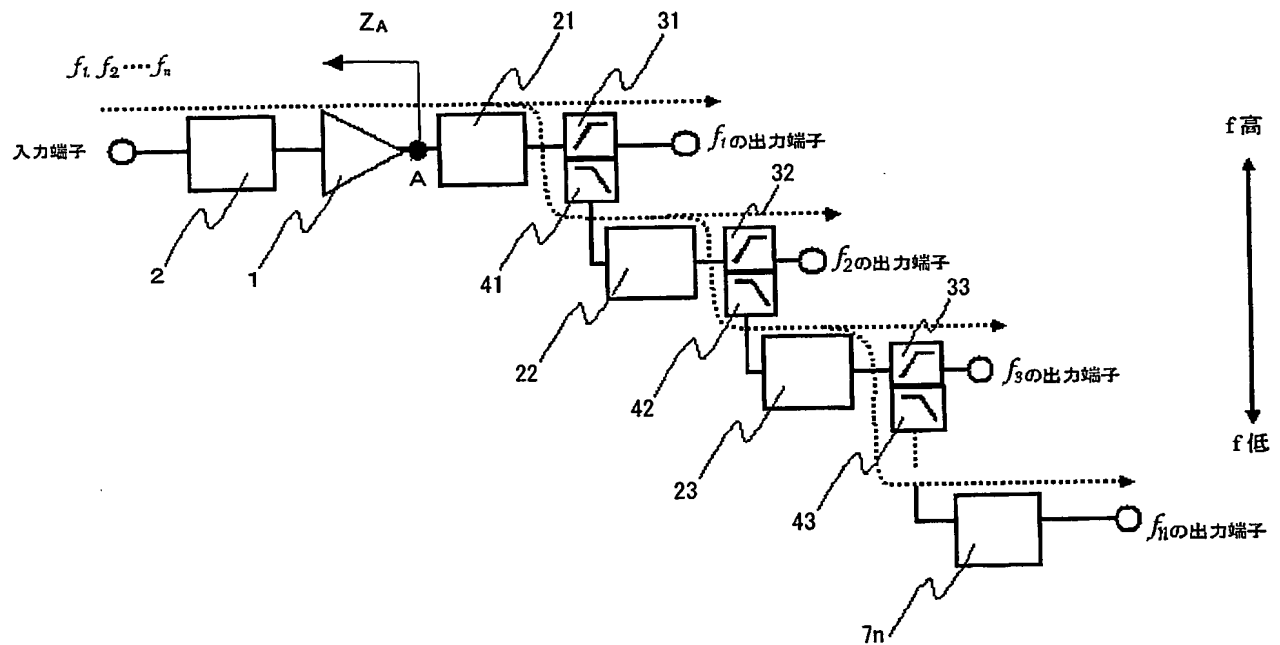
【符号の説明】

【 0 1 0 1 】

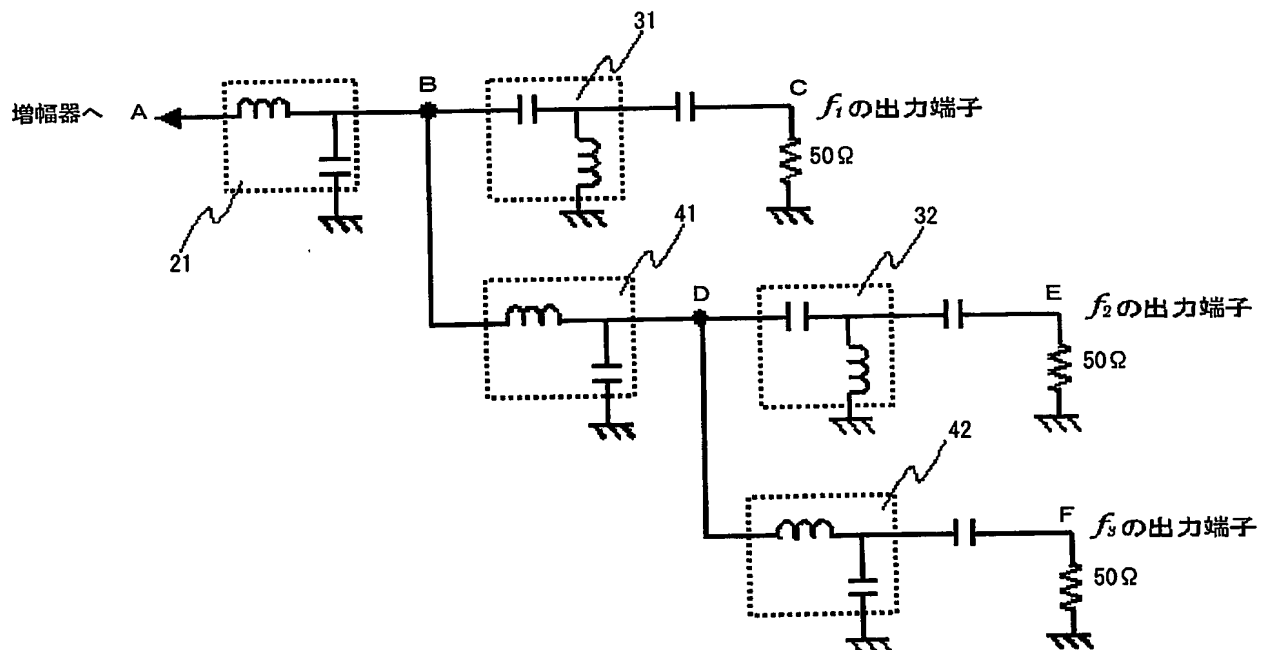
- 1、1 1 . . . 増幅器
- 2 . . . インピーダンス整合回路
- 2 1, 2 2, 2 3 . . . インピーダンス変換回路
- 3 1, 3 2, 3 3 . . . 高域フィルタ
- 4 1, 4 2, 4 3 . . . 低域フィルタ
- 5 1, 5 2, 5 3 . . . 電界効果トランジスタ
- 7 1, 7 2, 7 3, 7 n . . . 補助インピーダンス変換回路
- 8 1, 8 2, 8 3, 8 n . . . 接地スイッチ
- 9 1, 9 2, 9 3 . . . インピーダンス調整伝送線路

【書類名】図面

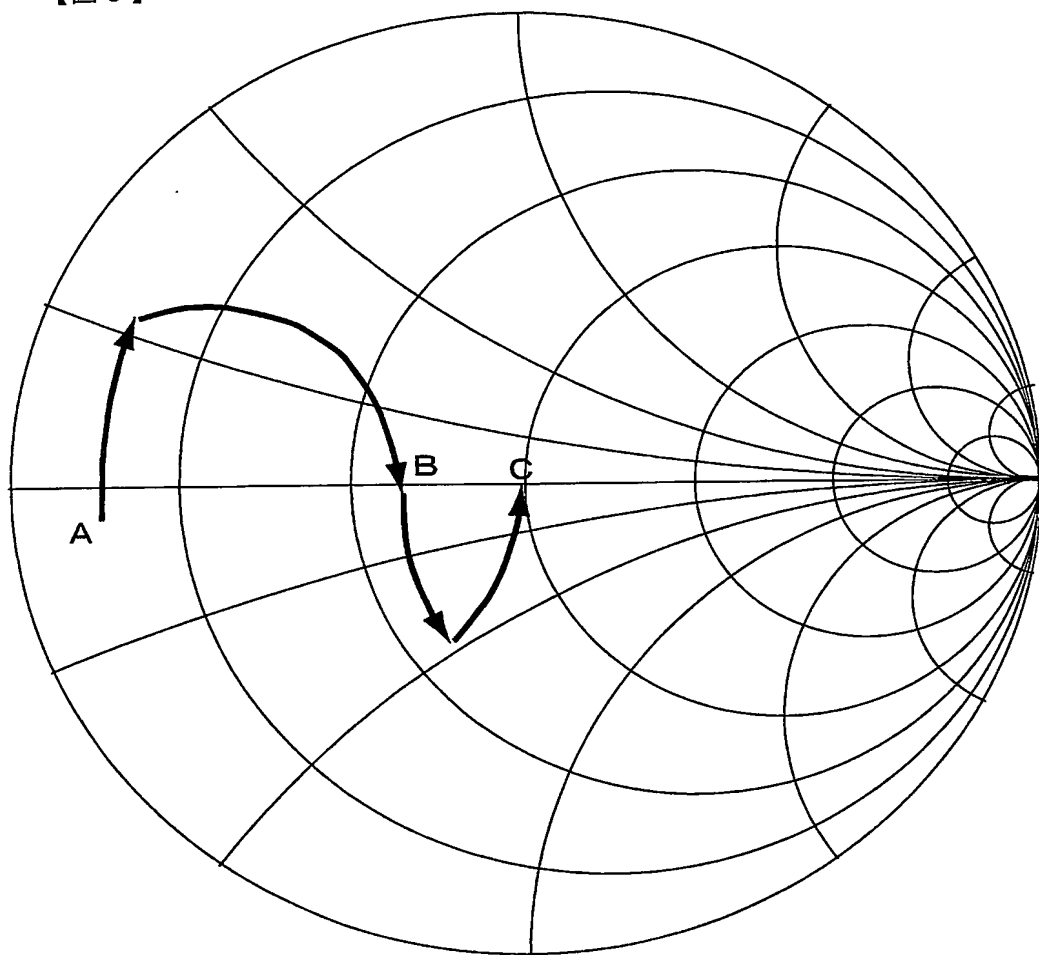
【図 1】



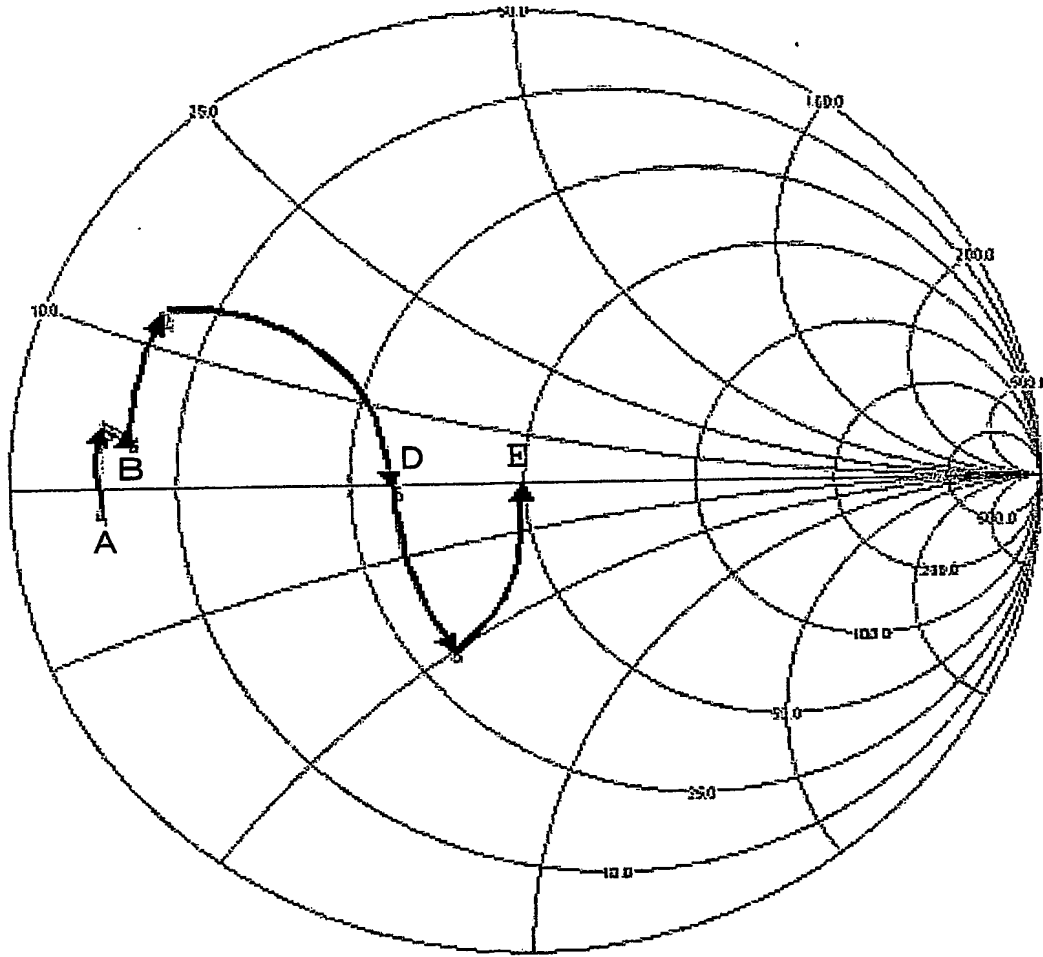
【図 2】



【図 3】

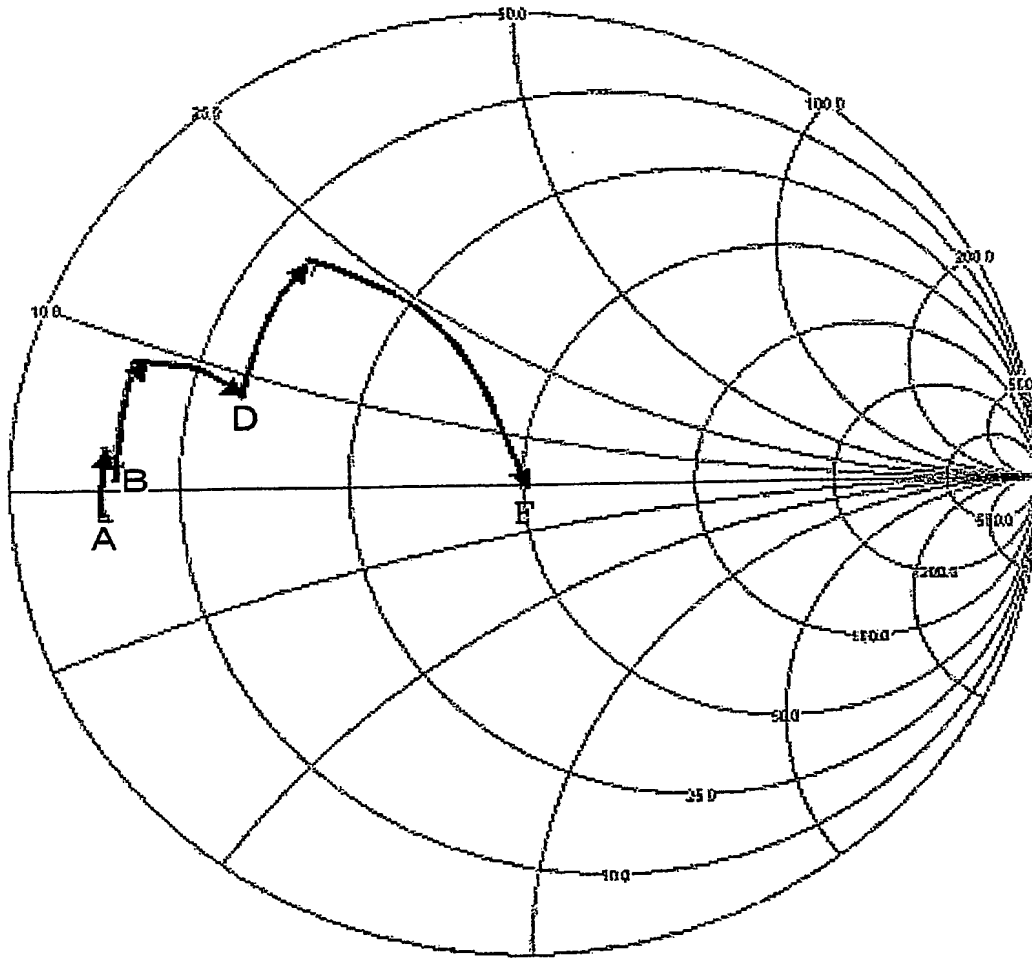


【図 4】

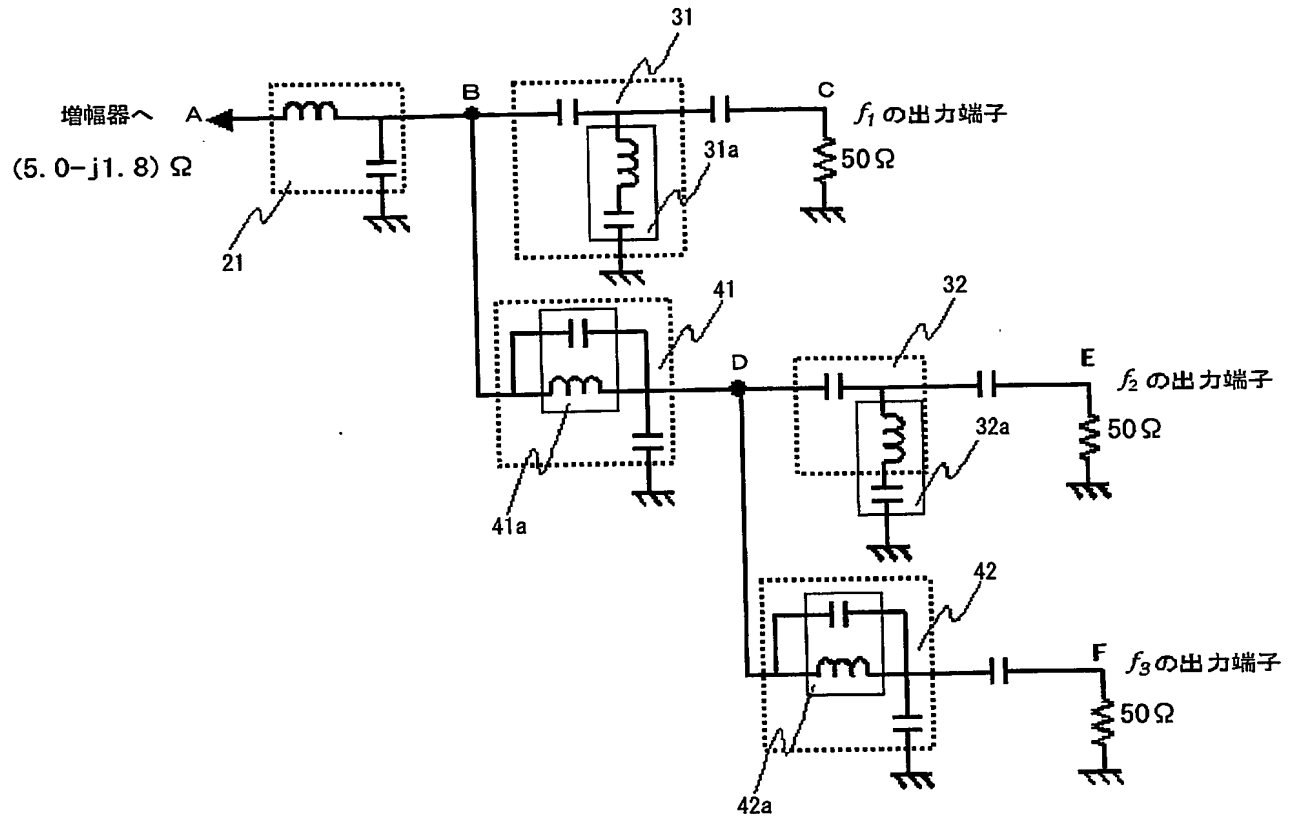




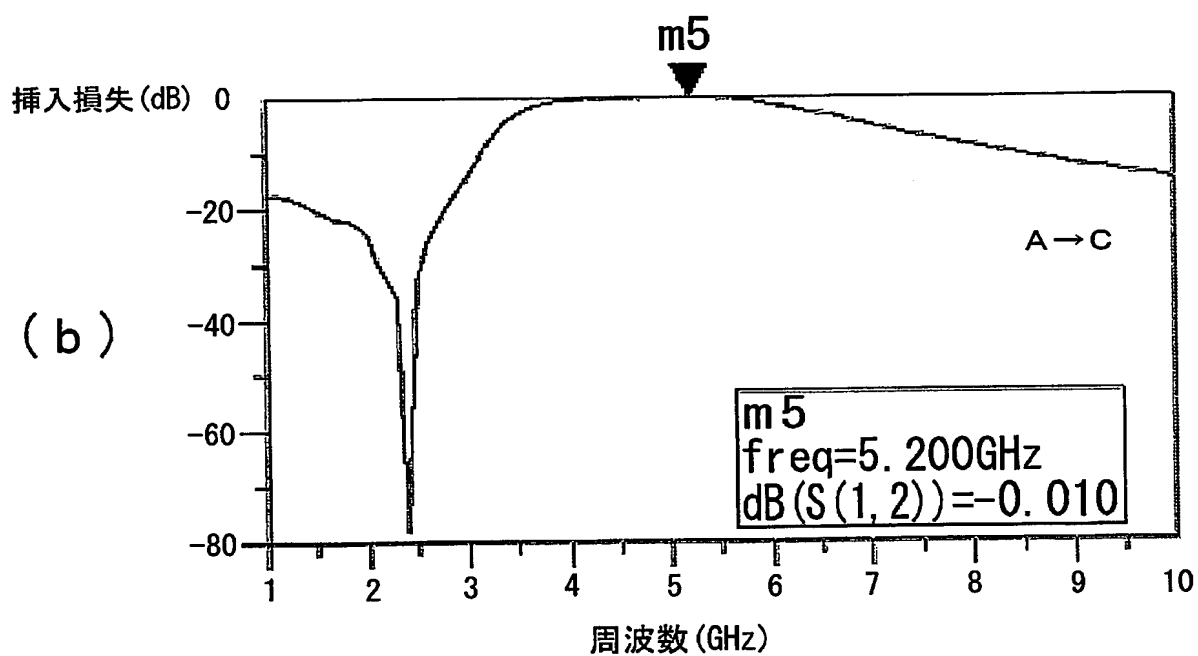
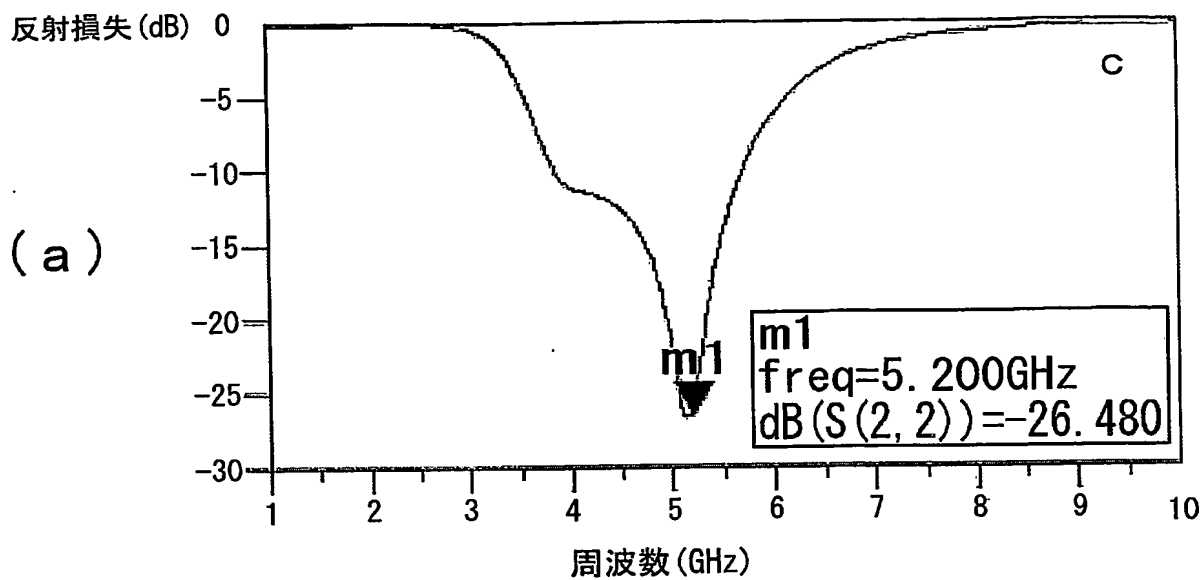
【図 5】



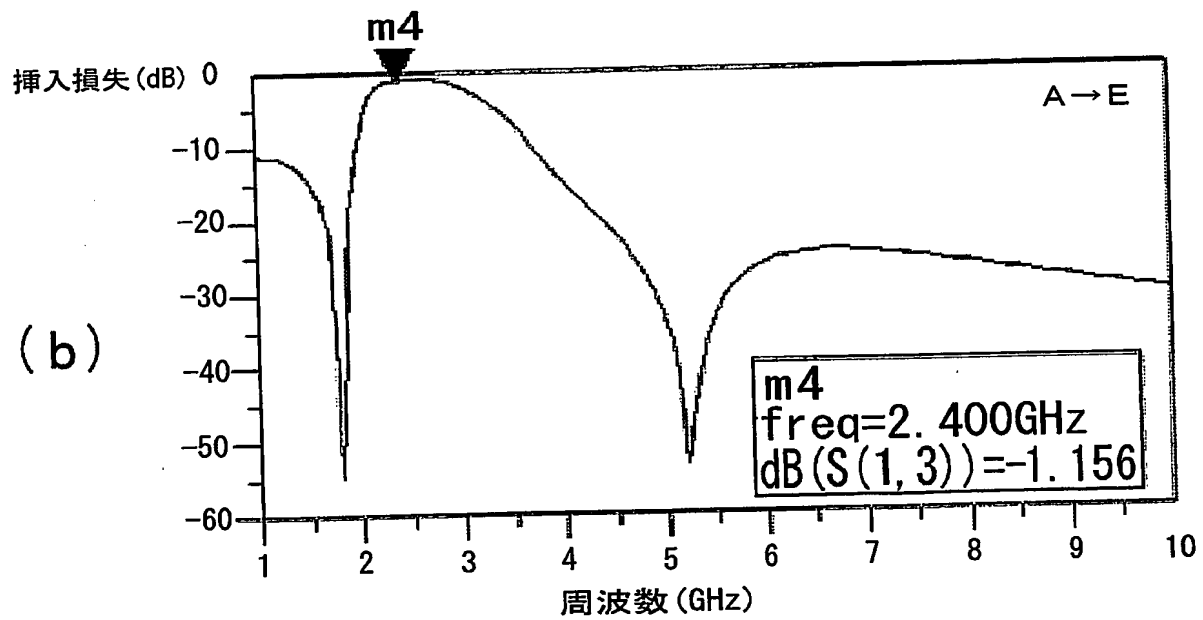
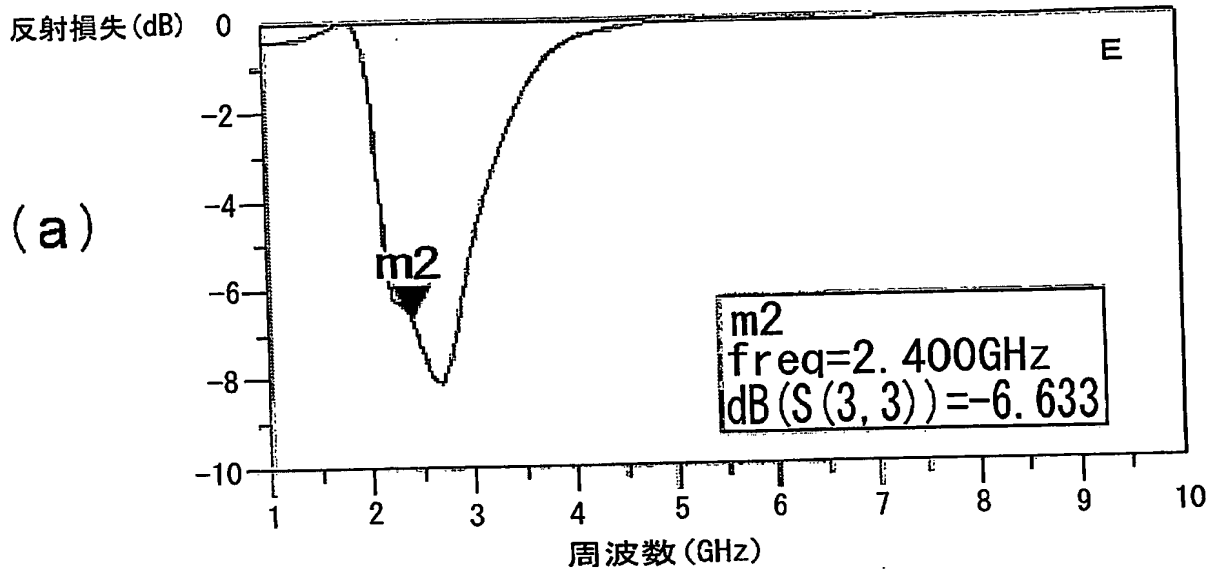
【図 6】



【図 7】



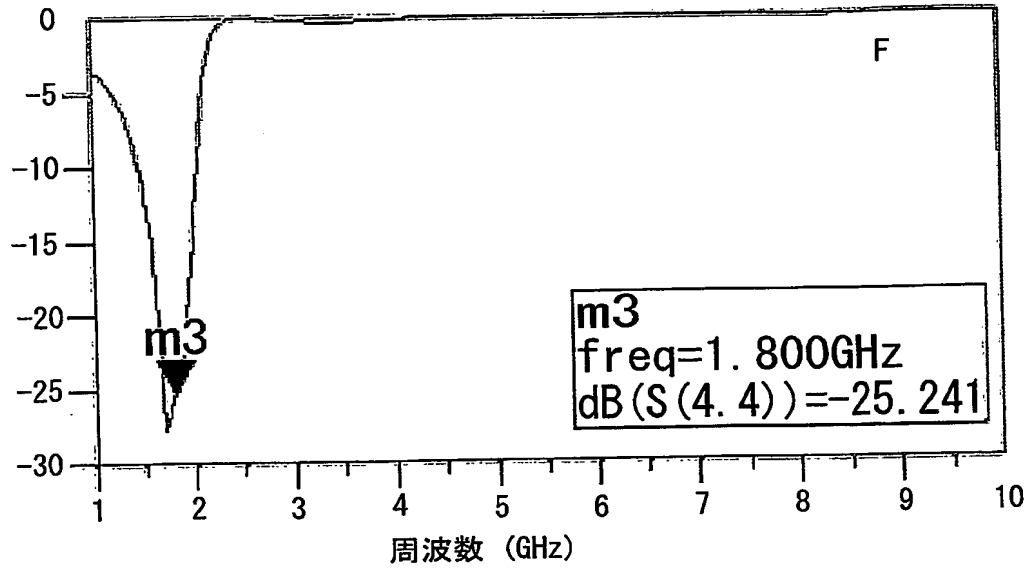
【図 8】



【図 9】

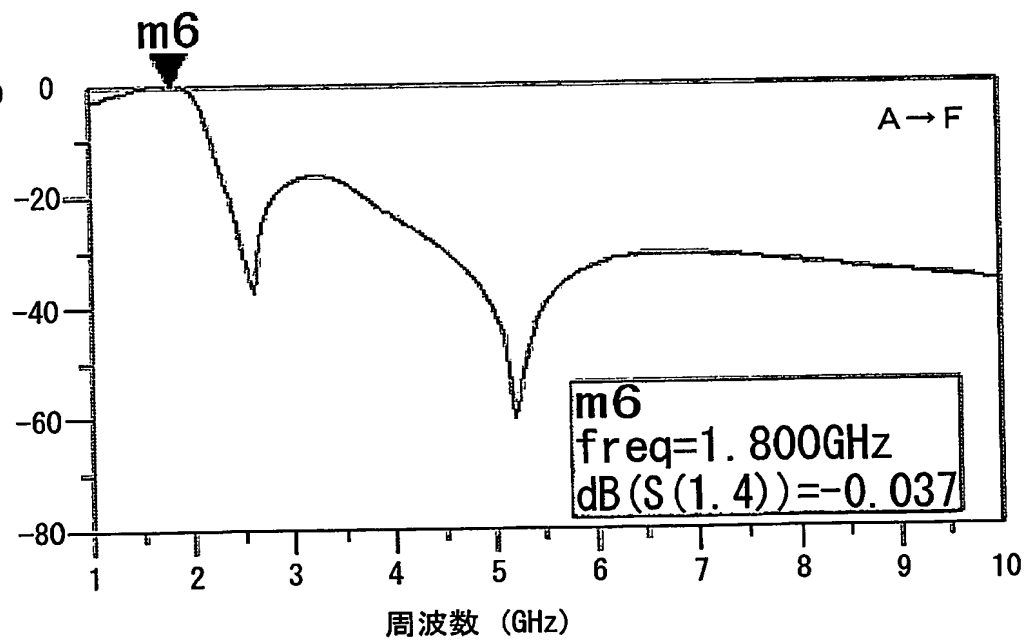
反射損失 (dB)

(a)

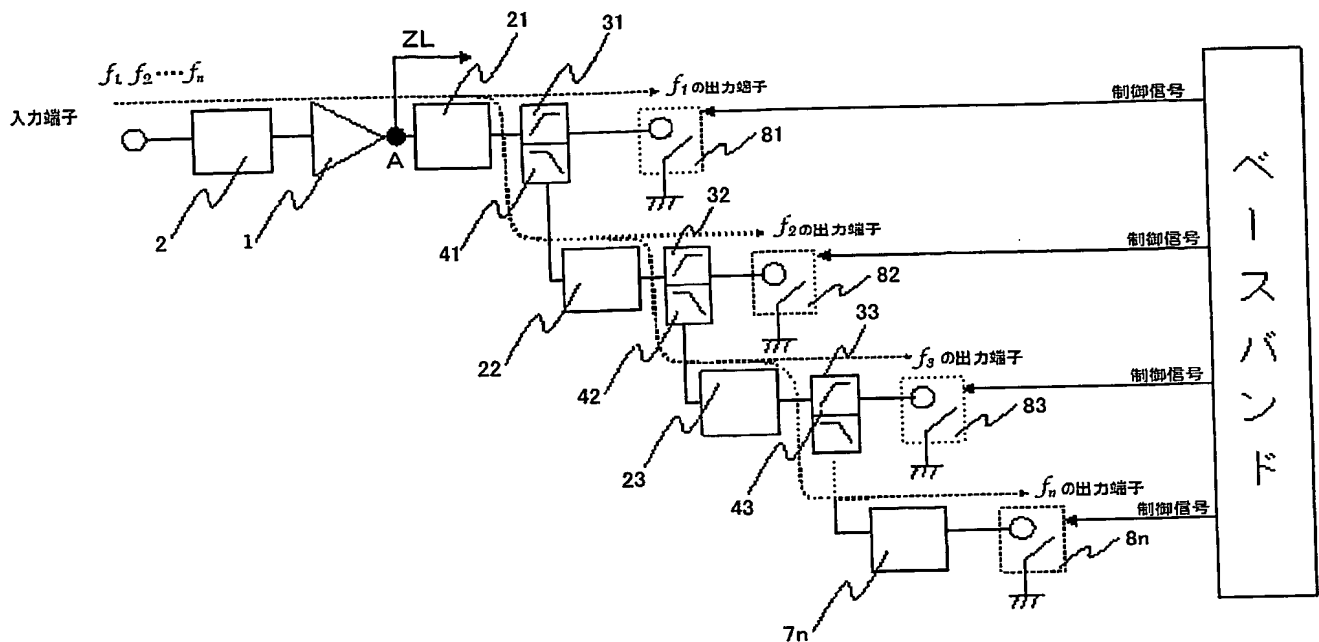


挿入損失 (dB)

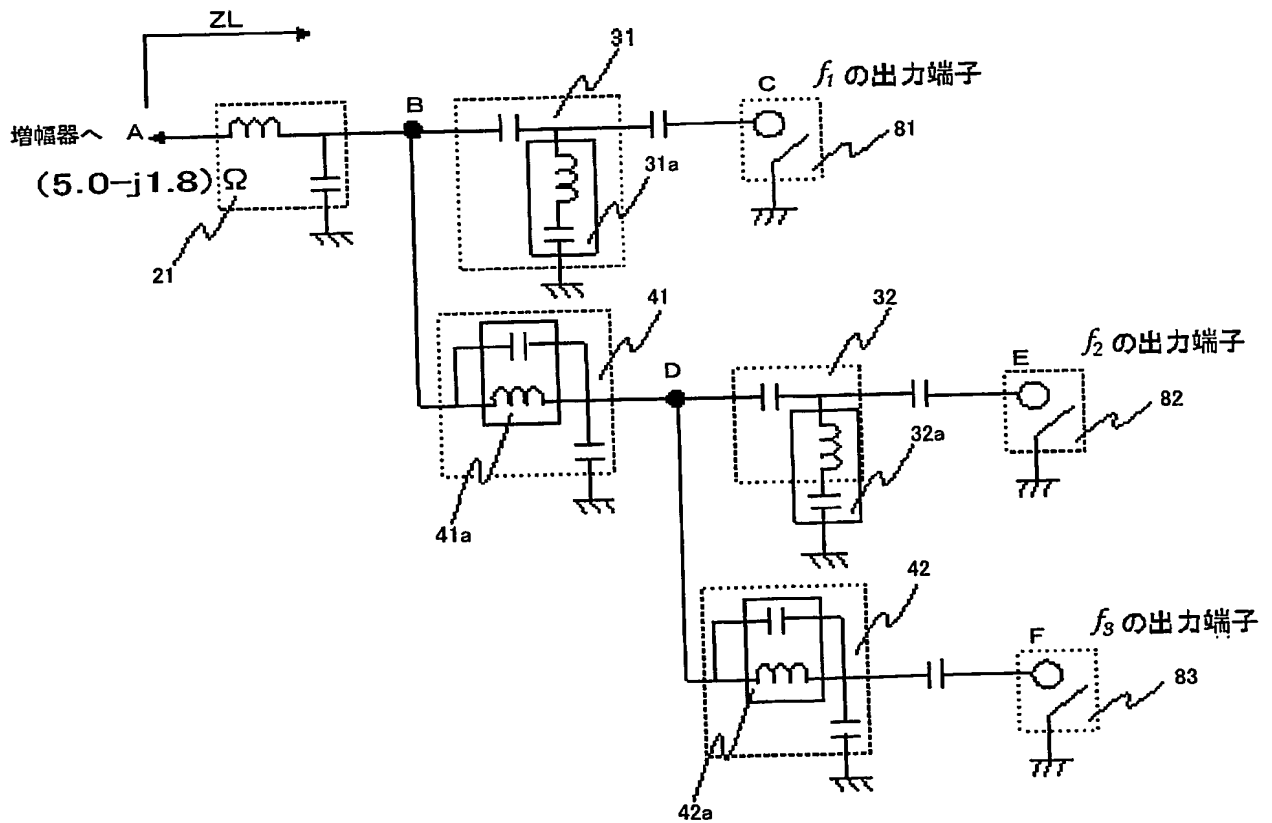
(b)



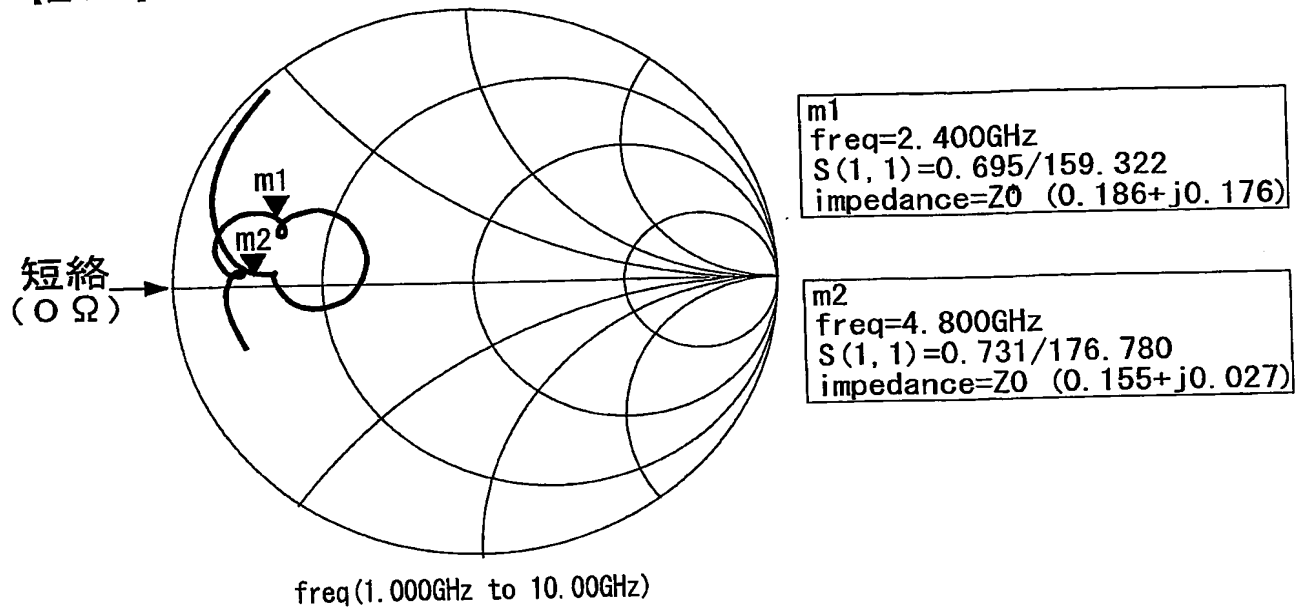
【図 10】



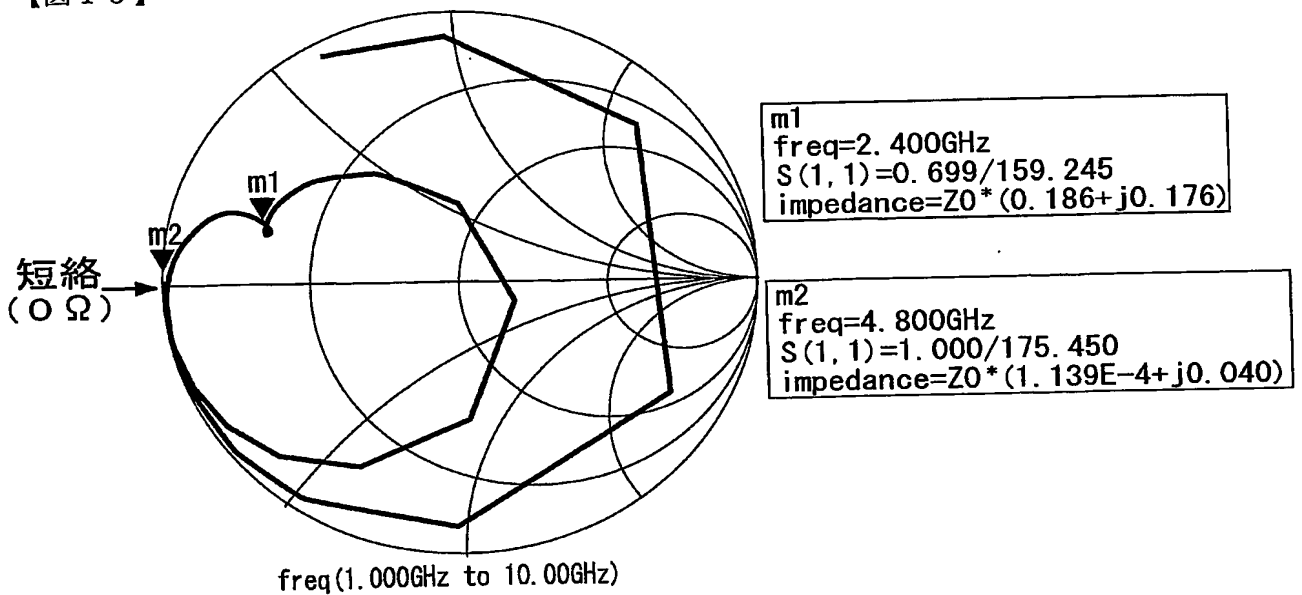
【図 11】



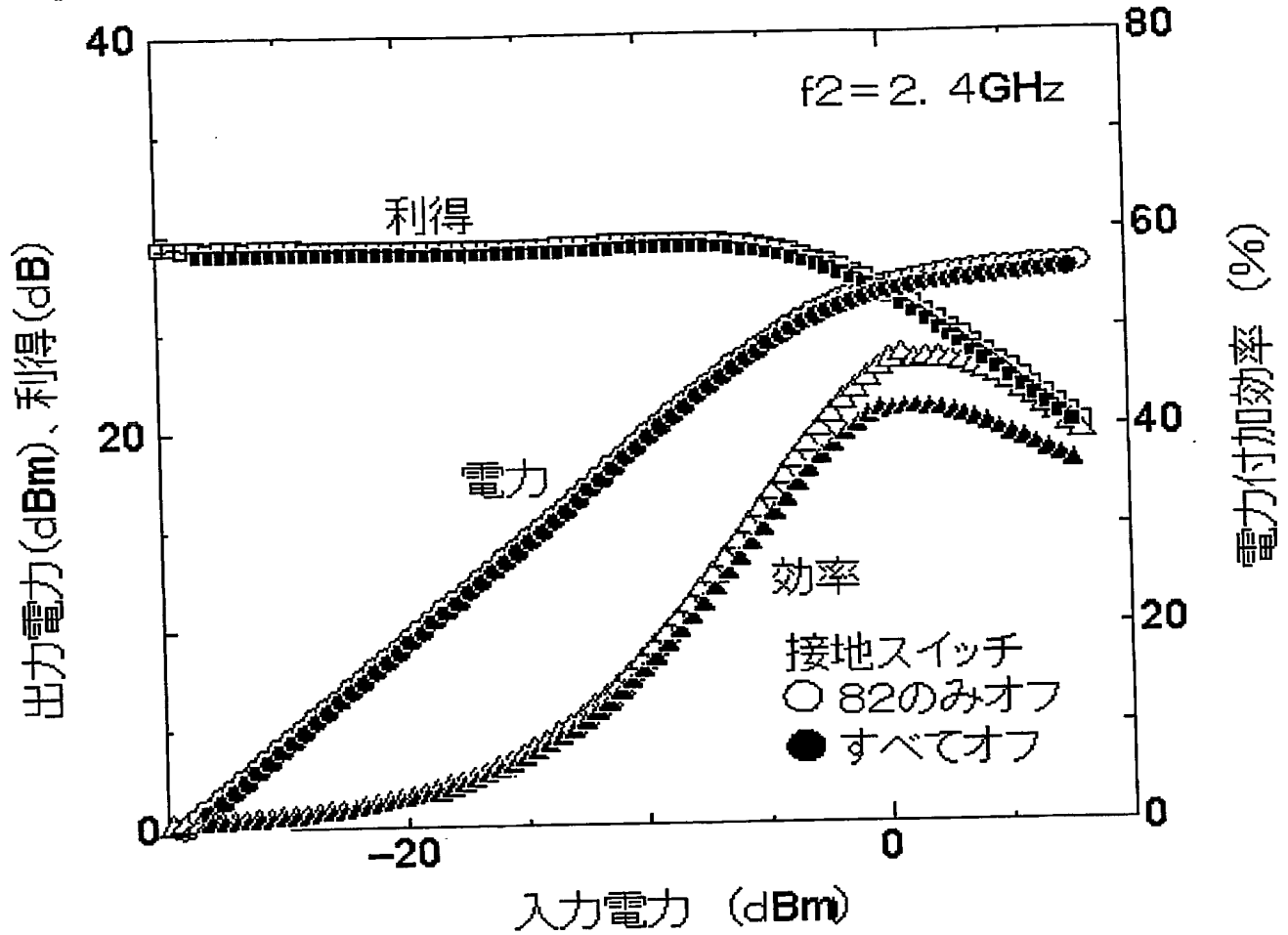
【図 12】



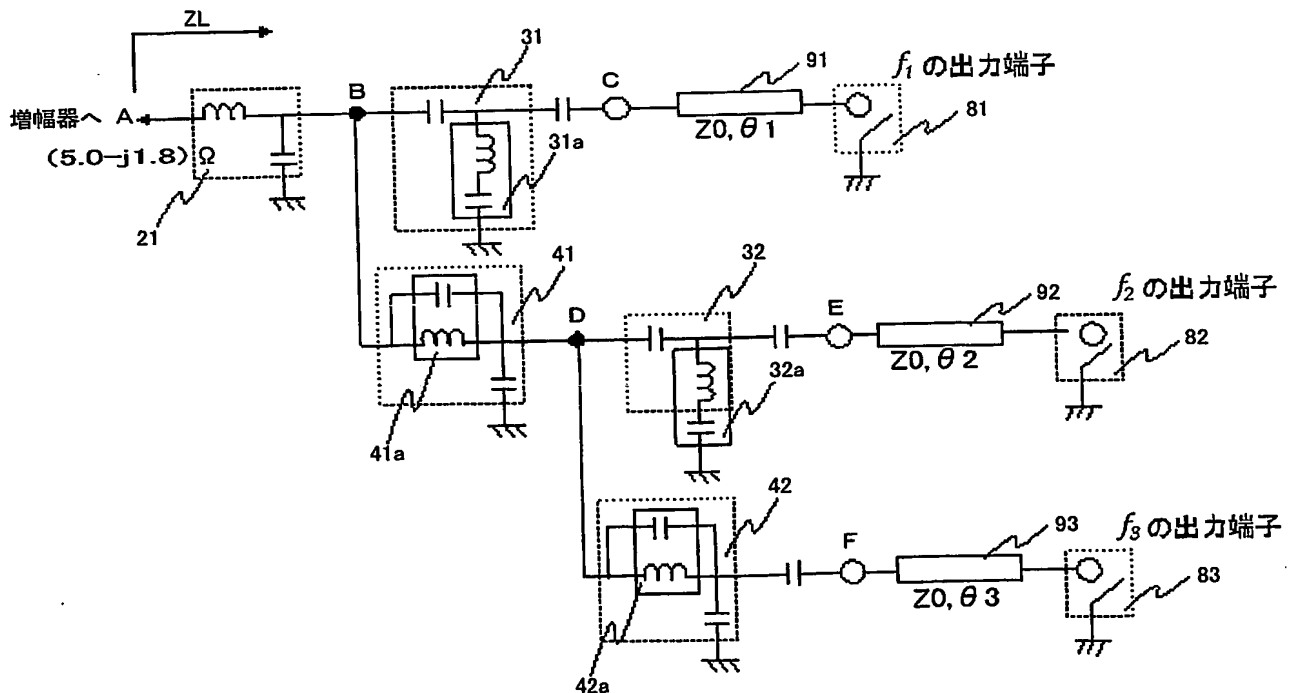
【図 13】



【図 14】

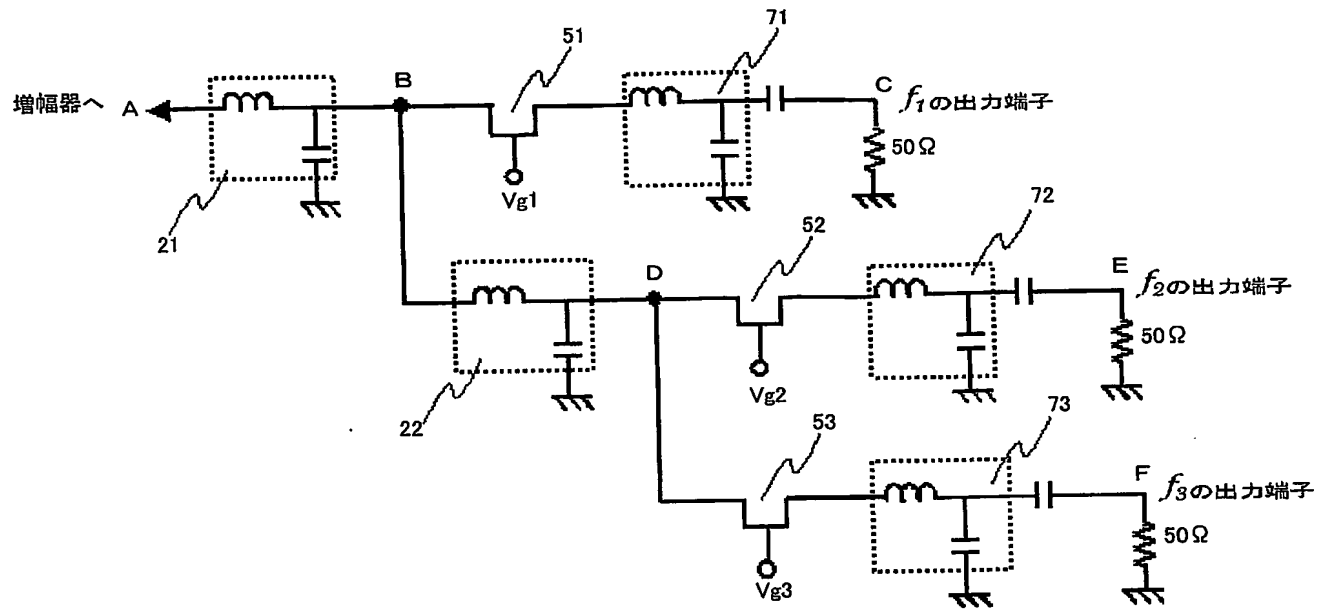


【図 15】

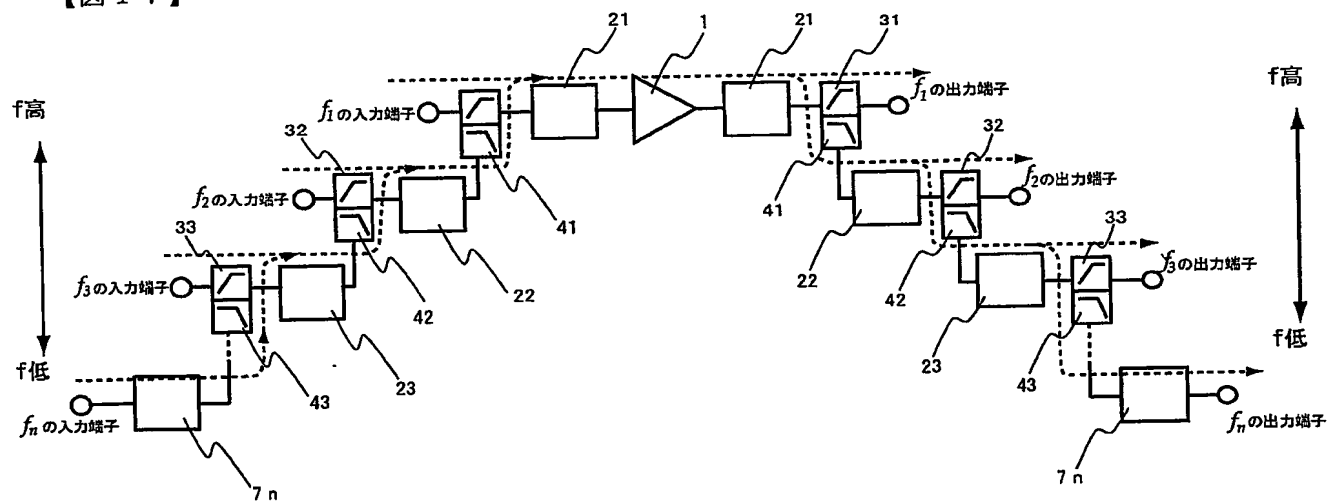




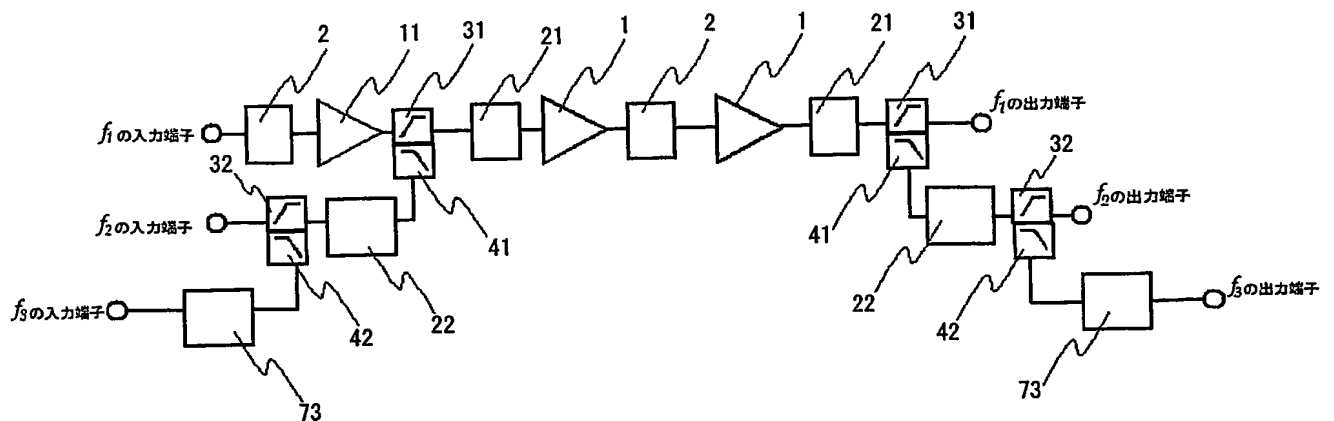
【図 16】



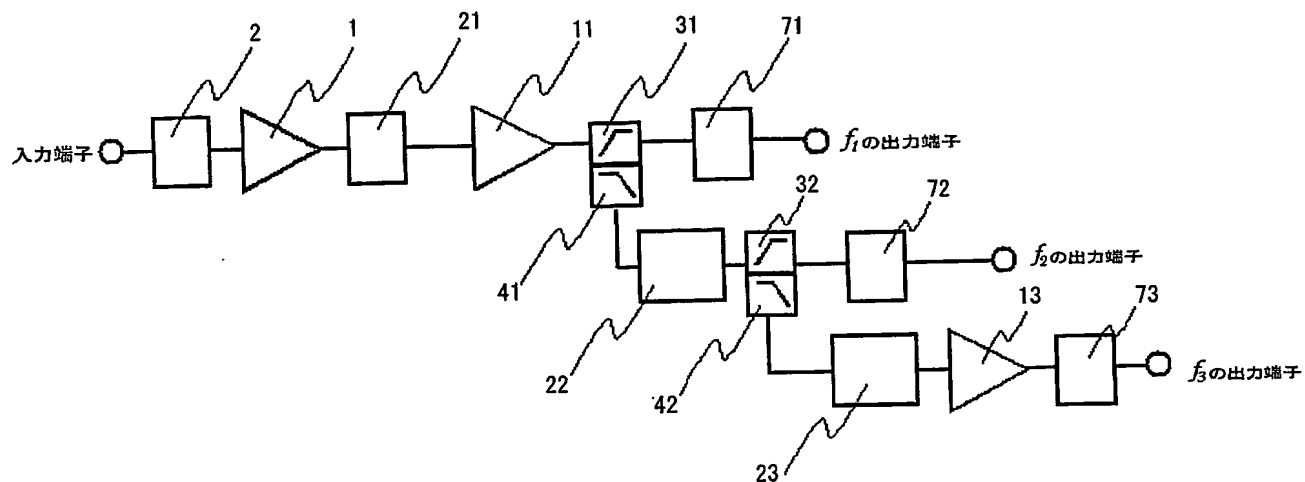
【図 17】



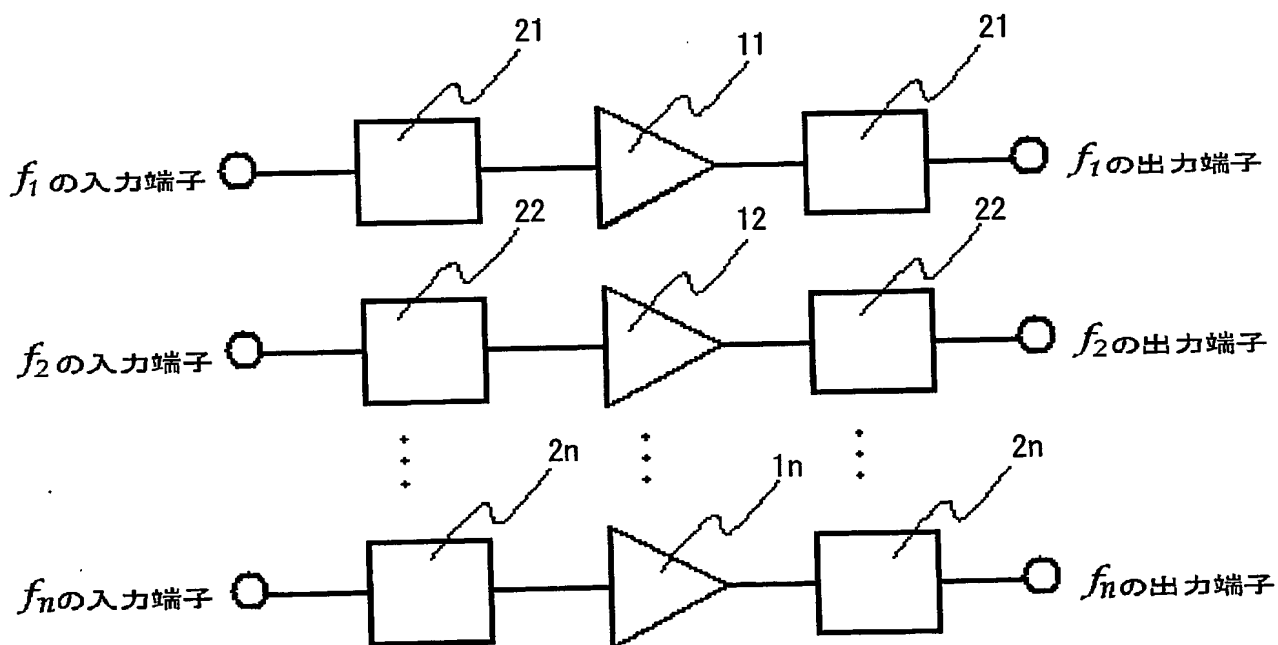
【図 18】



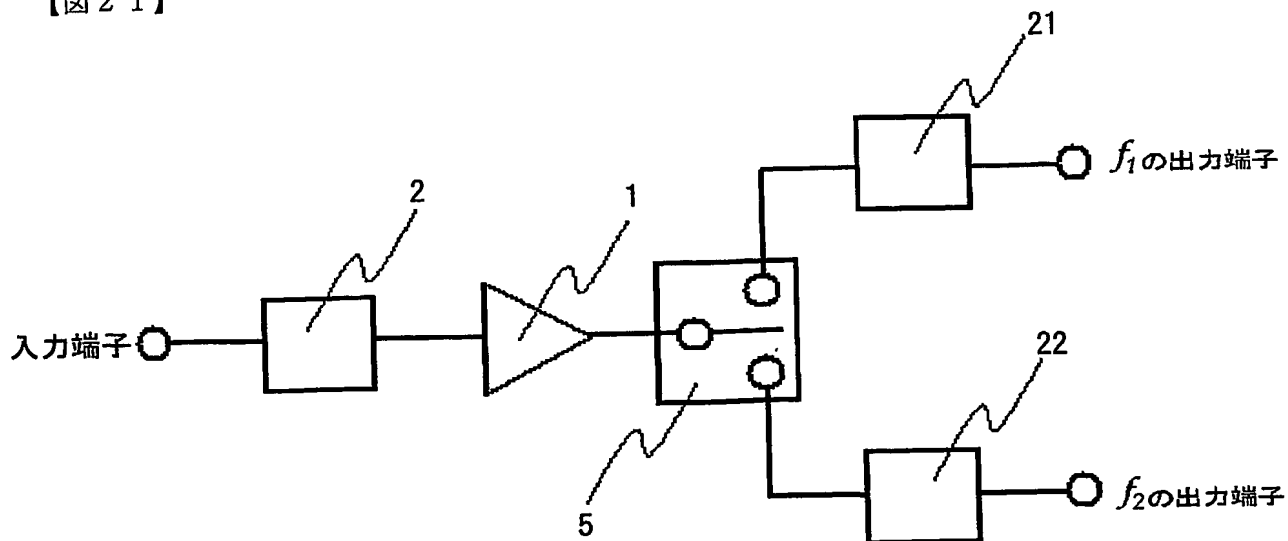
【図 19】



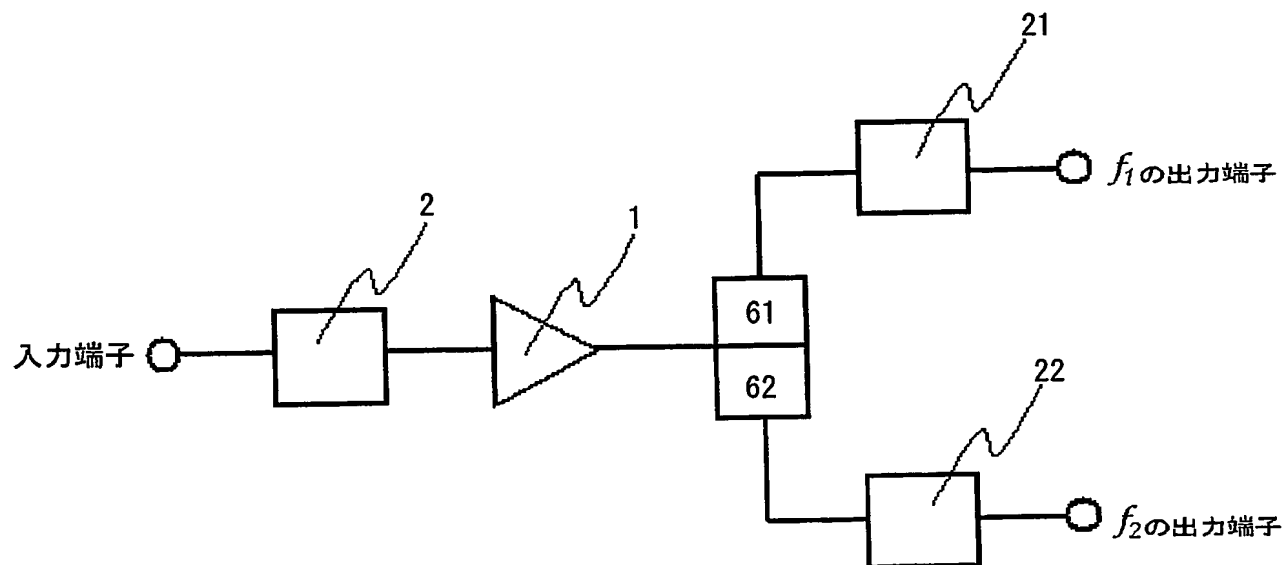
【図 20】



【図 21】



【図 22】



## 【書類名】 要約書

## 【要約】

## 【課題】

簡易な構成で、効率的に複数の異なる周波数域の入力信号を増幅することができる高周波増幅器を提供する。

## 【解決手段】

増幅器 1 に入力された  $n$  個の周波数 (

$f_1 > f_2, \dots, > f_n$ ) を含む RF 信号を、インピーダンス変換回路 2 1 で増幅器の出力インピーダンスよりも高いインピーダンスに変換し、高域フィルタ 3 1 と低域フィルタ 4 1 で最も高い周波数

$f_1$  とそれよりも低い周波数に分岐する。 $f_1$  は高域フィルタ 3 1 を通過することによって、50 オームに変換される。低域フィルタ 4 1 で分波された  $f_1$  よりも低い周波数は、インピーダンス変換回路 2 2 で高インピーダンスに変換し、高域フィルタ 3 2 と低域フィルタ 4 2 で 2 番目に高い周波数  $f_2$

とそれよりも低い周波数に分岐される。同じ要領で、 $f_n$  まで分岐しながら、インピーダンス変換回路を付加し、各周波数毎に 50 オームにインピーダンス整合をとる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 4 - 1 6 4 8 3 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 4 2 3 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

氏 名

日本電気株式会社